

Estudi i anàlisi dels sistemes de neteja i conservació de l'obra viva d'embarcacions menors

Treball Final de Grau



Facultat de Nàutica de Barcelona
Universitat Politècnica de Catalunya

Treball realitzat per:
Oriol Calvet Malvesí

Dirigit per:
Jordi Torralbo Gavilán

Grau en enginyeria en Sistemes i Tecnologia Naval

Barcelona, 9, Gener, de 2019

Departament de Ciència i Enginyeria Nàutiques

Agraïments

La realització d'aquest treball de fi de grau no hauria estat possible sense l'ajut de certes persones que m'han fet costat i animat en tot moment.

Primerament agrair la paciència, ajut i suport del meu tutor Jordi Torralbo durant tot aquest temps i que gràcies a ell avui puc presentar-vos aquest treball.

Seguidament a la meva família que no han deixat d'animar-me durant tot aquest període.

Finalment als amics i companys que m'han ajudat motivacionalment.

Tots ells són participants d'aquest treball.

Girona, Desembre de 2018

Resum

Aquest projecte tracta sobre els **sistemes de neteja i conservació de l'obra viva de les embarcacions**, des dels primers sistemes utilitzats que s'han anat desenvolupant i millorant al llarg dels temps fins a arribar als actuals, molt més innovadors.

Primerament s'explicaran els **tipus d'incrustacions existents** i els motius pels quals aquestes veuen afectades la seva proliferació en major o menor mesura.

A partir d'aquí es presenten els diferents **mètodes existents per evitar les incrustacions** a l'obra viva en tota mena d'embarcacions, des dels primers sistemes coneguts fins als més actuals i explicant-ne el seu funcionament.

Un cop presentats els tipus d'incrustacions i els sistemes més utilitats per reduir-les, es tracten els **mètodes existents per a la neteja de l'obra viva**, per tal d'eliminar les incrustacions que s'hagin arribat a adherir tot i la utilització d'algun sistema antiincrustant.

Abstract

This project deals with the **cleaning and maintenance systems of the hull of the ships**, from the first systems that have been developing and improved over time to our days, much more innovative.

Firstly, the **types of incrustations that exist** and the reasons why these are affect their proliferation in major or minor extent will be explained.

From here, the **different existing methods are presented to avoid the incrustations** at the hull of all types of boats, from the first systems known to the most current, explaining how they work.

Once presented the types of fouling and the most utilized systems to reduce them, the **existing methods for the cleaning of hull** are dealt with, in order to eliminate the incrustations that have been adhered despite the use of some anti-fouling system.

Taula de continguts

AGRAÏMENTS	III
RESUM	IV
ABSTRACT	V
TAULA DE CONTINGUTS	VI
LLISTAT DE FIGURES	VIII
LLISTAT DE TAULES	XI
CAPÍTOL 1. INTRODUCCIÓ	1
1.1 ¿PER QUÈ AQUEST PROJECTE?	1
1.2 OBJECTIU DEL PROJECTE	1
1.3 REALITZACIÓ DEL PROJECTE	2
CAPÍTOL 2. LES INCRUSTACIONS	3
2.1 PARÀMETRES MEDIAMBIENTALS I GEOGRÀFICS QUE INFLUENCIEN EN LA PROLIFERACIÓ D'INCRUSTACIONS	3
2.2 TIPUS D'INCRUSTACIONS	4
CAPÍTOL 3. MÈTODES PER REDUIR LES INCRUSTACIONS	7
3.1 LA HISTÒRIA DELS PRIMERS SISTEMES PER REDUIR LES INCRUSTACIONS	7
3.2 ELS SISTEMES PER REDUIR LES INCRUSTACIONS	7
3.2.1 PINTURES ANTIINCRUSTANTS	8
3.2.2 INNOVACIONS EN PINTURES ANTIINCRUSTANTS	11
3.2.3 SELECCIÓ DE L'ANTIFOULING	12
3.2.4 PRINCIPALS EMPRESES COMERCIALIZADORES DE PINTURES NÀUTIQUES	14
3.2.5 RELACIÓ DE PREUS ENTRE DIFERENTS MARQUES	15
3.2.6 SISTEMES COMPLEMENTARIS A LES PINTURES ANTIINCRUSTANTS	16
3.2.7 SISTEMES ALTERNATIU A LES PINTURES ANTIINCRUSTANTS	19
3.2.8 TAULA COMPARATIVE DELS DIFERENTS SISTEMES	24
CAPÍTOL 4. L'ESQUEMA GENERAL DE PINTAT DE L'OBRA VIVA	25
4.1 EL PREPINTAT	25
4.1.1 PRECAUCIONS A TENIR EN COMPTE A L'HORA DE PINTAR	25
4.1.2 LA IMPRIMACIÓ	30
4.1.3 LES MASSILLES	31

4.1.4 PROTECCIÓ DEL MEDI AMBIENT ATMOSFÈRIC	31
4.2 EL PINTAT	35
4.2.1 ELS UTENSILIS	35
3.2.2 CÀLCUL DE LA SUPERFÍCIE A PINTAR	37
4.2.3 TIPUS DE PINTURA	39
4.2.4 COMPONENTS D'UNA PINTURA	40
4.2.5 PROPIETATS GENERALS D'UNA PEL·LÍCULA DE PINTURA	40
4.2.6 APLICACIÓ DE LA PINTURA SEGONS EL SUBSTRAT	41
4.2.7 PROCÉS D'APLICACIÓ DE LA PINTURA SEGONS EL SUBSTRAT	43
4.2.8 SEGONS ZONA A PINTAR	47
4.3 L'ACABAT	50
4.3.1 GRUIXOS DE LA PEL·LÍCULA DE PINTURA	51
CAPÍTOL 5. PROBLEMES COMÚNS D'UN MAL PINTAT	53
5.1 L'OSMOSI	57
5.1.1 ¿QUÈ ÉS L'OSMOSI?	57
5.1.2 SÍMPTOMES D'OSMOSI	58
5.1.3 REPARACIÓ DE L'OSMOSI	58
5.1.4 PREVENCIÓ DE L'OSMOSI	59
CAPÍTOL 6. MÈTODES PER A LA COSERVACIÓ DE L'OBRA VIVA	61
6.1 ¿EN QUE CONSISTEIX LA CONSERVACIÓ DE L'OBRA VIVA? PERQUÈ CAL REALITZAR-LA	61
6.2 NETEJA FORA L'AIGUA	62
6.3 NETEJA DINTRE L'AIGUA	62
6.4 TAULA COMPARATIVA DELS SISTEMES DE NETEJA DE L'OBRA VIVA	69
CAPÍTOL 7. CONCLUSIONS	71
BIBLIOGRAFIA	73
ANNEX 1. IMATGES DEL PROCÉS DE PINTAT I MANTENIMENT DE L'OBRA VIVA DE LA MEVA EMBARCACIÓ	75
A1.1 PREPARACIÓ DE L'OBRA VIVA	75
A1.2 ELECCIÓ DE L'IMPRIMACIÓ I PINTURA ANTIFOULING	76
A1.3 DELIMITACIÓ DE LA LINIA DE FLOTACIÓ	77
A1.4 APLICACIÓ DE LES CAPES D'IMPRIMACIÓ	78
A1.5 APLICACIÓ DE LES CAPES D'ANTIINCRUSTANT	79
A1.6 MANTENIMENT DE L'OBRA VIVA DESPRÉS DE LA TEMPORADA	80

Llistat de Figures

CAPÍTOL 2. INCRUSTACIONS

FIGURA 1. IMATGE GLOBAL DE LA TEMPERATURA MITJANA DEL MAR EN LA SUPERFÍCIE EN DATA 19/05/2018	3
FIGURA 2. ESQUEMA DELS ORGANISMES VEGETALS	4
FIGURA 3. MICROALGA, LLIM / VERDET	4
FIGURA 4. MACROALGA, VERMELLES (CRYPTOPLEURA RAMOSA)	4
FIGURA 5. MACROALGA, MARRÓ (ECTOCARPUS)	5
FIGURA 6. MACROALGA, VERDA (ULVA)	5
FIGURA 7. ESQUEMA ORGANISMES ANIMALS	5
FIGURA 8. COS TOU, BRYOZOA	6
FIGURA 9. COS TOU, HYDROIDS	6
FIGURA 10. COS DUR, CARGOLET	6
FIGURA 11. COS DUR, TUBS DE CUC	6
FIGURA 12. COS DUR, MOL·LUSCS	6

CAPÍTOL 3. MÈTODES PER REDUIR LES INCRUSTACIONS

FIGURA 13. ESQUEMA DELS SISTEMES EXISTENTS PER REDUIR LES INCRUSTACIONS	8
FIGURA 14. ELEMENTS BÀSICS D'UNA PINTURA ANTIINCRUSTANT	8
FIGURA 15. ESQUEMA DE FUNCIONAMENT D'UN ANTIFOULING DE MATRIU AUTOPULIMENTABLE	9
FIGURA 16. ESQUEMA DE FUNCIONAMENT D'UN ANTIFOULING AMB MATRIU DURA	9
FIGURA 17. ESQUEMA DE FUNCIONAMENT D'UN ANTIFOULING AMB MATRIU CONVENCIONAL	10
FIGURA 18. SECCIÓ D'UN ANTIFOULING AMB BASE DE "ROSIN"	11
FIGURA 19. EXEMPLE DE L'ABANS I EL DESPRÉS DE NETEJAR A PRESSIÓ UNA SUPERFÍCIE PRÈVIAMENT TRACTADA AMB INTERSLEEK	12
FIGURA 20. ESQUEMA D'ELECCIÓ D'UN ANTIFOULING EN FUNCIÓ DE LES NECESSITATS	13
FIGURA 21. LOGO INTERLUX	14
FIGURA 22. LOGO HEMPEL	14
FIGURA 23. LOGO JOTUN	14
FIGURA 24. LOGOS TITANLUX I TITAN YATE	14
FIGURA 25. ESQUEMA D'UNA INSTAL·LACIÓ FIXE D'ULTRASONS	16
FIGURA 26. IMATGE D'UN DUMO ACM	17
FIGURA 27. FOTO D'UN DUMO ACM EN ÚS	17
FIGURA 28. IMATGE D'UN DOCKYDOCK PER VELERS INSTAL·LAT A L'AMARRAMENT	18
FIGURA 29. IMATGE D'UN DOCKYDOCK EN ÚS	18
FIGURA 30. TIPUS D'INSTAL·LACIONS	20
FIGURA 31. SISTEMA ELEVADOR PER EMBARCACIONS ABARLOADES	20

FIGURA 32. PERFIL DE L'ESTRUCTURA METÀL·LICA	21
FIGURA 33. SISTEMA ELEVADOR AUTOSUPORTAT EN AMARRE CONVENCIONAL	21
FIGURA 34. SISTEMA ELEVADOR PER A MOTOS D'AIGUA	22
FIGURA 35. FILM ADHESIU SENSE BIOCIDES	23

CAPÍTOL 4. L'ESQUEMA GENERAL DE PINTAT DE L'OBRA VIVA

FIGURA 36. ESQUEMA GENERAL DE PINTAT DE L'OBRA VIVA D'EMBARCACIONS	25
FIGURA 37. ESQUEMA DE LES PRINCIPALS PRECAUCIONS A TENIR EN COMPTE QUAN PINTEM	26
FIGURA 38. ESQUEMA DELS DIFERENTS SISTEMES PER L'ELIMINACIÓ DE LA PINTURA VELLA	27
FIGURA 39. ESQUEMA DELS TIPUS DE LLIMAT EN FUNCIÓ DE LA SUPERFÍCIE A LLIMAR	28
FIGURA 40. LLIMA ORBITAL ALEATÒRIA	29
FIGURA 41. LLIMA VIBRATÒRIA	29
FIGURA 42. LLIMA RADIAL	29
FIGURA 43. PAPER DE VIDRE	29
FIGURA 44. LLIMA D'ESPONJA	29
FIGURA 45. ESQUEMA DELS DOS TIPUS D'IMPRIMACIÓ QUE TROBEM AL MERCAT	30
FIGURA 46. ESQUEMA DELS DOS TIPUS DE MASSILLA QUE PODEM TROBAR	31
FIGURA 47. DIRECTIVA A APLICAR EN FUNCIÓ DE L'APLICACIÓ DE LES PINTURES	32
FIGURA 48. LEGISLACIÓ DEL CONVENI AFS	34
FIGURA 49. IMATGE D'UN PINZELL	36
FIGURA 50. FOTO D'UN CORRÓ	36
FIGURA 51. FOTO D'UN PAINT PAD	36
FIGURA 52. FOTO D'UNA PISTOLA DE PINTURA	36
FIGURA 53. LLEGENDA	37
FIGURA 54. COEFICIENTS DE FORMA DE LES EMBARCACIONS	37
FIGURA 55. FORMULES PER CALCULAR LA SUPERFÍCIE A PINTAR DE L'EMBARCACIÓ	38
FIGURA 56. IMATGE DE LES EQUIVALÈNCIES	38
FIGURA 57. FÓRMULA PER CALCULAR ELS LITRES NECESSARIS D'ANTIINCRUSTANT	38
FIGURA 58. IMATGE D'UNA PINTURA ANTIINCRUSTANT DE MATRIU DURA D'UN COMPONENT	39
FIGURA 59. IMATGE D'UNA PINTURA DE DOS COMPONENTS ON PODEM VEURE EL RECIPIENT DE PINTURA A LA PART INFERIOR I EL RECIPIENT DEL CATALITZADOR A LA PART SUPERIOR	39
FIGURA 60. ESQUEMA DELS MATERIALS HABITUALS EMPRATS PER A LA CONSTRUCCIÓ D'EMBARCACIONS	41
FIGURA 61. IMATGE DEL PINTAT D'UNA EMBARCACIÓ D'ACER	42
FIGURA 62. IMATGE D'UNA EMBARCACIÓ D'ALUMINI	43
FIGURA 63. ESQUEMA DEL PROCÉS DE PREPARACIÓ D'UNA SUPERFÍCIE DE FIBRA	43
FIGURA 64. ESQUEMA DEL PROCÉS DE PREPARACIÓ D'UNA SUPERFÍCIE DE FUSTA	44
FIGURA 65. ESQUEMA DEL PROCÉS DE PREPARACIÓ D'UNA SUPERFÍCIE D'ACER	45
FIGURA 66. ESQUEMA DEL PROCÉS DE PREPARACIÓ D'UNA SUPERFÍCIE D'ALUMINI	46
FIGURA 67. ESQUEMA DEL PROCÉS DE PREPARACIÓ D'UNA QUILLA I/O ORSA	47
FIGURA 68. ESQUEMA DEL PROCÉS DE PREPARACIÓ D'UNA HÈLIX, EIX O CUA	49
FIGURA 69. ESQUEMA DEL PROCÉS DE PREPARACIÓ D'UN MOTOR INTRA O FORA BORDA	49
FIGURA 70. EMBARCACIÓ DESPRES DEL PINTAT DE L'ANTIPOULING	50
FIGURA 71. EMBARCACIÓ SORTINT DE L'AIGUA DESPRÉS DE LA TEMPORADA (ESQUERRA).	

EMBARCACIÓ ENTRANT A L'AIGUA DESPRÉS DEL PINTAT (A LA DRETA)	50
FIGURA 72. GALGUES PER MESURAR GRUIXOS DE PINTURA DE FORMA ANALOGICA Y ELECTRONICA	51

CAPÍTOL 5. PROBLEMES COMÚNS D'UN MAL PINTAT

FIGURA 73. PROBLEMES COMUNS DERIVATS D'UN MAL PINTAT	53
FIGURA 74. FALTA D'ADHESIÓ (CHIPPING)	54
FIGURA 75. FRAGMENTACIÓ (BITTINESS)	54
FIGURA 76. AMPOLLAMENT (BLISTERING)	54
FIGURA 77. VERMELLOR (BLUSHING)	55
FIGURA 78. MARQUES DE PINZELL (BRUSH MARKS)	55
FIGURA 79. INCRUSTACIONS (FOULING)	56
FIGURA 80. QUARTEIG (CRAZING)	56
FIGURA 81. ENFOSQUIMENT DE LA FUSTA (DARKENING OF WOOD)	56
FIGURA 82. CRÀTERS (CISSING)	57
FIGURA 83. EVOLUCIÓ DE L'OSMOSI EN EL CASC D'UNA EMBARCACIÓ	57
FIGURA 84. EXEMPLES D'OSMOSI EN EMBARCACIONS	58

CAPÍTOL 6. MÈTODES PER A LA CONSERVACIÓ DE L'OBRA VIVA

FIGURA 85. ESQUEMA DELS MÈTODES DE NETEJA DE L'OBRA VIVA	61
FIGURA 86. IMATGE D'UN RENTAT AMB AIGUA A PRESSIÓ	62
FIGURA 87. FOTO D'UN ROBOT DE NETEJA PER EMBARCACIONS	63
FIGURA 88. IMATGE D'UN ROBOT DURANT LA NETEJA DEL CASC D'UN VELER	64
FIGURA 89. IMATGE DE LA UTILITZACIÓ D'UN ROBOT DE NETEJA MANUAL	64
FIGURA 90. IMATGE DE LA UTILITZACIÓ D'UN ROBOT DE NETEJA SEMIAUTOMÀTIC	65
FIGURA 91. IMATGE DELS DOS TIPUS DE FORMA	65
FIGURA 92. ESQUEMA D'UTILITZACIÓ DEL SISTEMA "BIG EASY CLEAN" EN UN VELER	66
FIGURA 93. IMATGE DURANT LA NETEJA D'UN VELER AMB EL SISTEMA "BIG WASH"	66
FIGURA 94. IMATGE DE LA NETEJA DEL CASC D'UN BUC AMB SISTEMA D'ESTERILITZACIÓ	68
FIGURA 95. IMATGE DEL CAPÇAL D'UN SISTEMA D'ESTERILITZACIÓ	68
FIGURA 96. ESQUEMA DE LA IMPLOSIÓ D'UNA BOMBOLLA	69
FIGURA 97. RELACIÓ PRESSIÓ-TEMPERATURA DE L'AIGUA I VAPOR	69

Llistat de Taules

TAULA 1. RELACIÓ DE PREUS EN FUNCIÓ DE L'ANTIINCRUSTANT I LA MARCA D'AQUEST EN EL MERCAT. PREU (€) MÉS ECONÒMIC TROBAT ONLINE PER RECIPIENTS DE 750ML. EN DATA 19/12/18	15
TAULA 2. COMPARATIVA ENTRE ELS DIFERENTS SISTEMES ANTIINCRUSTANTS	24
TAULA 3. COMPARATIVA DELS EQUIPS DE LLIMAT EN SEC	28
TAULA 4. COMPLIMENT DE LA DIRECTIVA 99/13CE, DISMINUIR, REDUIR O VIGILAR	32
TAULA 5. RENDIMENTS PRÀCTICS (m^2), TEMPS EMPRAT, ACABATS I FACILITAT D'ÚS DELS MÈTODES DE PINTAT D'EMBARCACIONS.	36
TAULA 6. COMPONENTS D'UNA PINTURA	40
TAULA 7. COMPARATIVA DELS SISTEMES DE NETEJA DE L'OBRA VIVA D'EMBARCACIONS	70

CAPÍTOL 1. INTRODUCCIÓ

1.1 ¿Per què aquest projecte?

La idea de realitzar aquest projecte arranca per una vivència en primera persona amb el pintat i neteja de l'obra viva de les embarcacions.

Ja fa molts anys que navego en un creuer i de forma quasi setmanal s'han de mantenir els baixos de l'embarcació el més net possible per tal de poder treure'n el millor rendiment.

Tot comença a finals de temporada per estrany que sembli, en aquell moment és quan elegim la pintura que utilitzarem durant la següent temporada. Des d'aleshores i durant tota la temporada de forma setmanal o mensual, en funció de la densitat de competicions i l'exigència d'aquestes, ens tirem a l'aigua per netejar l'obra viva manualment i d'aquesta forma optimitzar al màxim el lliscament de la nostra embarcació.

D'altra banda arran de les experiències viscudes amb la meva petita embarcació neumàtica que tinc a l'aigua durant l'època d'estiu i que a causa de la gran acumulació en poc temps d'incrustacions i gràcies als coneixements obtinguts durant la realització d'aquest treball em vaig decidir a pintar-la de forma completament autònoma.

Aquest projecte a part d'enriquir-me pel que fa a coneixements de la neteja i pintat de l'obra viva espero que també m'ajudi en les futures eleccions de les pintures o altres sistemes antiincrustants per les embarcacions en les quals navego adequant-se a l'ús.

1.2 Objectiu del projecte

L'objectiu del projecte en qüestió és donar a conèixer i analitzar els tractaments antiincrustants per a l'obra viva en qualsevol classe d'embarcació, des dels més comuns, als més desconeguts o innovadors del mercat avui en dia.

A partir d'aquest primer objectiu, facilitar a qualsevol persona tot el ventall d'opcions que existeixen referents a la conservació de l'obra viva i que els serveixi d'ajuda per elegir quin és el més òptim pel seu cas en particular.

Finalment i no per això menys important conèixer i analitzar tots els tipus de sistemes de manteniment per aquests tractaments realitzats a l'obra viva, des dels més tradicionals, fins als més innovadors, per tal d'ajudar-nos a tenir sempre una obra viva la més neta possible, durant un major temps i de la forma més còmoda i econòmica.

1.3 Realització del projecte

Per dur a terme aquest projecte primerament s'ha realitzat una tasca de recerca i investigació dels sistemes més utilitzats fins als sistemes més desconeguts a dia d'avui. S'ha buscat informació per internet de forma majoritària però també s'ha dut la recerca en salons nàutics i especialistes del sector. Aquestes tasques han tingut una durada aproximada de dos anys amb discontinuïtats.

Un cop obtinguda aquesta base i amb l'experiència obtinguda després de posar en pràctica per mi mateix els coneixements obtinguts, es va procedir a la redacció d'aquest treball al mateix temps que encara es seguia investigant per poder obtenir d'aquesta forma un treball el més actualitzat possible pel que fa a les nombroses innovacions al llarg dels últims anys. Per aquesta última part s'ha tardat aproximadament un any també de forma discontinua.

CAPÍTOL 2. LES INCRUSTACIONS

Les incrustacions com a tal es tracten d'organismes vius que s'adhereixen a la superfície del casc en contacte amb l'aigua (obra viva de l'embarcació) arribant a dificultar-ne el desplaçament, maniobrabilitat i bon funcionament dels sistemes d'aquesta. Aquests tipus d'incrustacions poden proliferar en major o menor quantitat, velocitat i tipus en funció de certs paràmetres mediambientals i geogràfics que veurem tot seguit. Aquests organismes vius, els podem catalogar segons el tipus en vegetals o animals com s'explicarà més en detall a continuació.

2.1 Paràmetres mediambientals i geogràfics que influencien en la proliferació d'incrustacions

En funció de la zona geogràfica en la qual ens trobem tant el grau d'incrustacions com el tipus d'incrustacions variarà en funció de certs paràmetres com: **el grau de salinitat de l'aigua, la temperatura de l'aigua, hores de sol, els canvis de marea, el grau de contaminació de l'aigua i la profunditat de la zona d'amarratge.**

Així doncs en les zones més càlides com els tròpics i l'equador, on les temperatures de l'aigua són més altes, s'ha comprovat en diversos estudis que el creixement d'organismes és molt més elevat que en els pols, on l'obra viva quasi es manté neta.

Com podem veure a la Figura 1, el grau d'incrustacions a les zones tropicals i equatorial serà molt més elevat que en els pols, perquè la temperatura en aquests és molt més favorable per al desenvolupament dels organismes. Aquestes encara es veurien més afavorides en zones on l'aigua està estancada o amb fortes marees, amb poca profunditat, amb cert grau i tipus de contaminació, baixa salinitat o també amb moltes hores de sol.

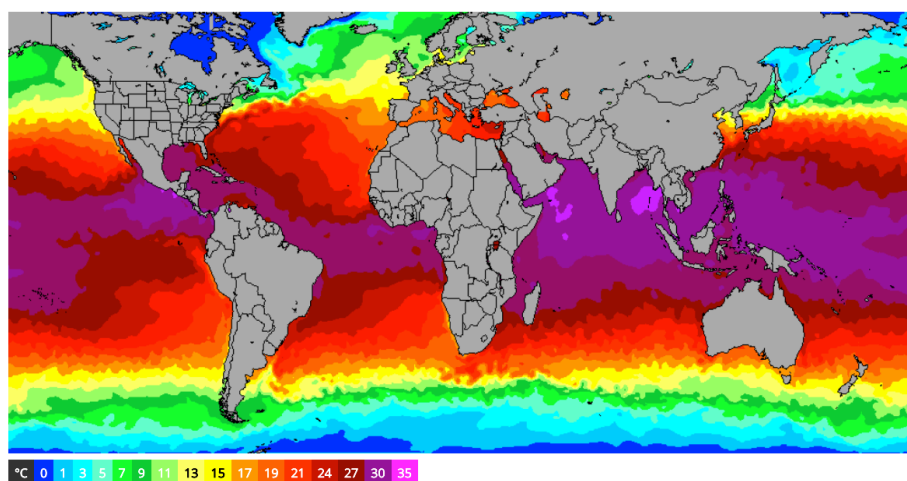


Figura 1. Imatge global de la temperatura mitjana del mar en la superfície en data 19/05/2018 - Font: <https://www.seatemperature.org/>

2.2 Tipus d'incrustacions

En el següent apartat s'explicaran els diferents tipus d'incrustacions que podem trobar-nos segons la seva naturalesa, **vegetal** o **animal**.

VEGETALS

Dins dels organismes vegetals podem diferenciar-ne dos grans grups, les microalgues, dintre de les quals cal destacar-ne el llim/verdet i les macroalgues, les quals es divideixen en funció del seu color: Vermelles (*Cryptopleura ramosa*), Verdes (*Ulva*) i finalment Marrons (*Ectocarpus*).

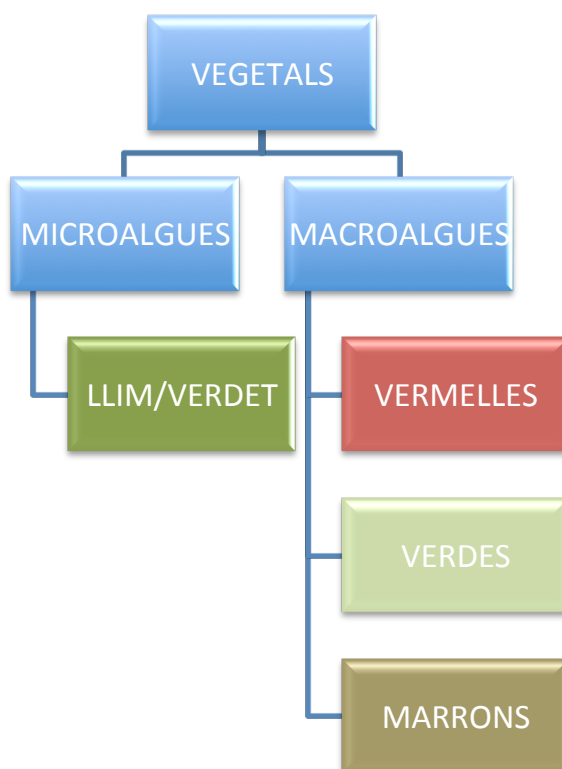


Figura 2. Esquema dels organismes vegetals - Font pròpia.



Figura 3. Microalga, Llim / Verdet - Font: www.obrasvivas.com



Figura 4. Macroalga, Vermelles (*Cryptopleura Ramosa*) - Font: www.obrasvivas.com



Figura 5. Macroalga, Marró (*Ectocarpus*) - Font: www.obrasvivas.com

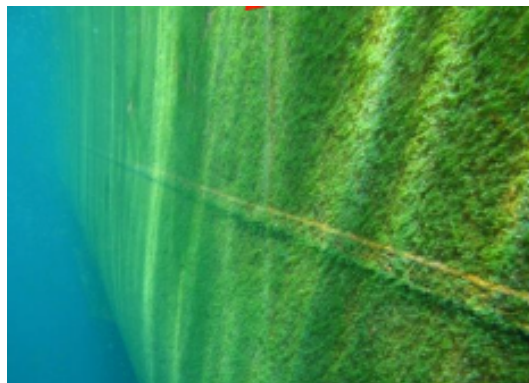


Figura 6. Macroalga, Verda (*Ulva*) - Font: www.obrasvivas.com

ANIMALS

Pel que fa als organismes animals, en trobem una gran varietat i els podem dividir segons si són de cos tou, com Bryozoa i Hydroids o de cos dur, com el cargolet, els tubs de cucs i els mol·luscs.

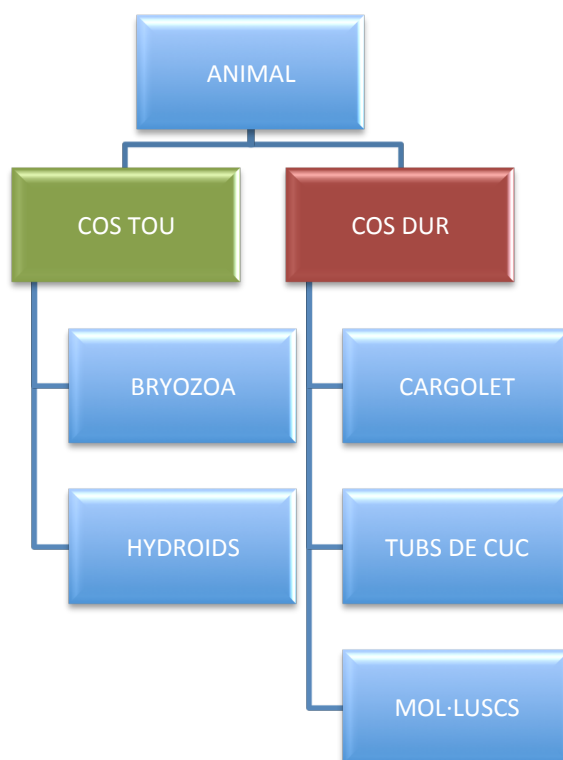


Figura 7. Esquema organismes animals - Font pròpia



Figura 8. Cos tou, Bryozoa - Font: www.obrasvivas.com

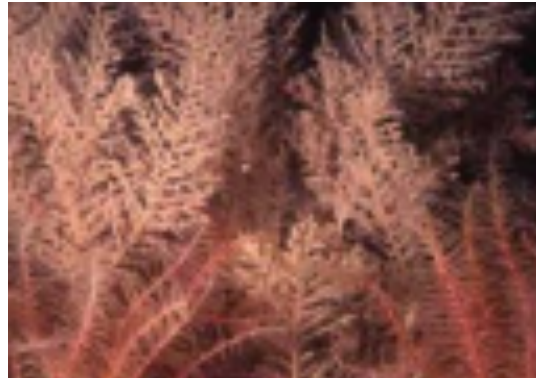


Figura 9. Cos tou, Hydroids - Font: www.obrasvivas.com

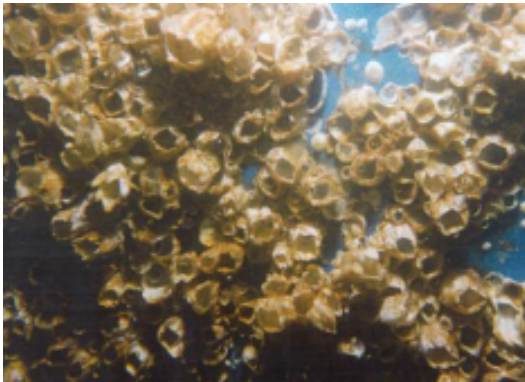


Figura 10. Cos dur, Cargolet - Font: www.obrasvivas.com



Figura 11. Cos dur, Tubs de cuc - Font: www.obrasvivas.com



Figura 12. Cos dur, Mol·luscs - Font: www.obrasvivas.com

CAPÍTOL 3. MÈTODES PER REDUIR LES INCRUSTACIONS

3.1 La història dels primers sistemes per reduir les incrustacions

Les primeres mostres de la utilització de sistemes per evitar les incrustacions es remunten als Fenicis a l'any 1.200 a.C. que utilitzaven barres de coure a les seves embarcacions, és però al 1.708 que a Anglaterra es proposa a instal·lar planxes de coure als cascots de les embarcacions però la idea és revocada per l'alt cost i els possibles problemes de manteniment.

No és doncs fins al 1.761 quan a la fragata HMS Alarm instal·la per primer cop una obra viva totalment recoberta de coure a causa de les massives incrustacions en el casc a la tornada del seu viatge a les Índies. És arran d'això que es popularitza la col·locació de planxes de coure entre els constructors d'embarcacions fins a l'arribada del casc d'acer i amb ells les pintures antiincrustants. Durant dècades, els fabricants utilitzaven pintures amb base de coure, olis i quitrà, fins que als anys 60 els químics van formular pintures TBT, amb base de tributil-estany. Aquestes pintures funcionaven molt bé i eren altament eficaces i molt utilitzades durant els anys 70 fins a començaments del 80 uns biòlegs marins van descobrir que eren altament nocives per al medi ambient, un dels exemples més extrems es va donar a França, a la badia d'Arcachon, on pràcticament tot l'ecosistema de cultiu d'ostres va resultar greument afectat. Arran d'aquest incident es va prohibir l'ús de les pintures TBT en embarcacions inferiors a 25 metres i posteriorment va ser totalment prohibida per la IMO (International Maritime Organization) en qualsevol embarcació. Actualment s'utilitzen molt les pintures amb coure com a biocida perquè controlant les seves quantitats es poden reduir els danys en el medi ambient.

3.2 Els sistemes per reduir les incrustacions

Fins el dia d'avui s'han anat creant diferents sistemes i millorant-ne d'altres per tal d'evitar o reduir les incrustacions a l'obra viva de tota mena d'embarcacions al mateix temps que s'intenta evitar la contaminació del medi ambient marí amb la utilització de pintures antifouling sense biocida i la complementació d'aquestes amb sistemes per millorar-ne el rendiment o directament sistemes que eliminen la necessitat d'utilitzar pintures a l'obra viva de les embarcacions.

A continuació les presentarem totes i entrarem molt més en detall a les més utilitzades.

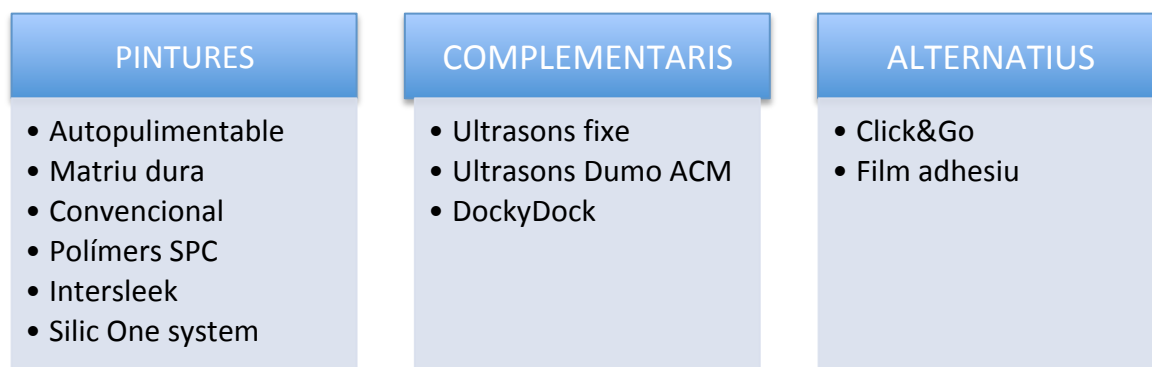


Figura 13. Esquema dels sistemes existents per reduir les incrustacions – Font pròpia

3.2.1 Pintures antiincrustants

Un dels principals sistemes per reduir les incrustacions a tota classe d'embarcacions i avui en dia més utilitzat són les pintures antiincrustants, també popularment conegudes amb el nom d'antifouling, que deriva de la paraula en anglès "fouling" que significa incrustacions, durant aquest treball s'utilitzaran aquests dos termes per mencionar-los.

L'Antifouling és una pintura antiincrustant que serveix per inhibir el creixement d'organismes marins. Aquest s'aplica sobre la superfície de l'obra viva de les embarcacions, emetent un biocida que n'evitarà l'adhesió d'organismes marins.

Principalment un antifouling costa de quatre elements bàsics com són:

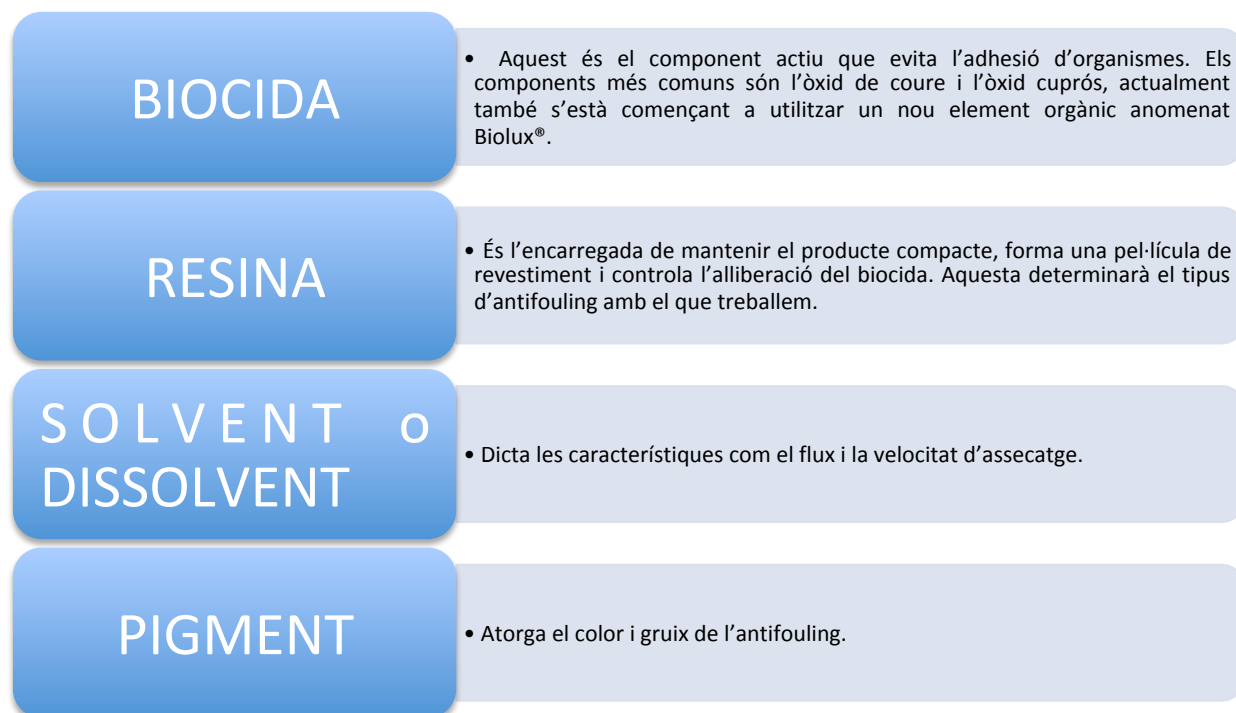


Figura 14. Elements bàsics d'una pintura antiincrustant. - Font pròpia

AUTOPULIMENTABLES

Aquest tipus d'antiincrustant són dels més moderns. Estan constituïts per unes resines especials que es dissolen progressivament a l'aigua a una velocitat que és autocontrolada químicament. Un cop a l'aigua, les seves propietats hidrodinàmiques i l'acabat llis ajuden a aconseguir grans velocitats. La seva característica autopulimentable ajuda a evitar l'acumulació de capes velles i facilita la neteja abans de tornar a pintar.

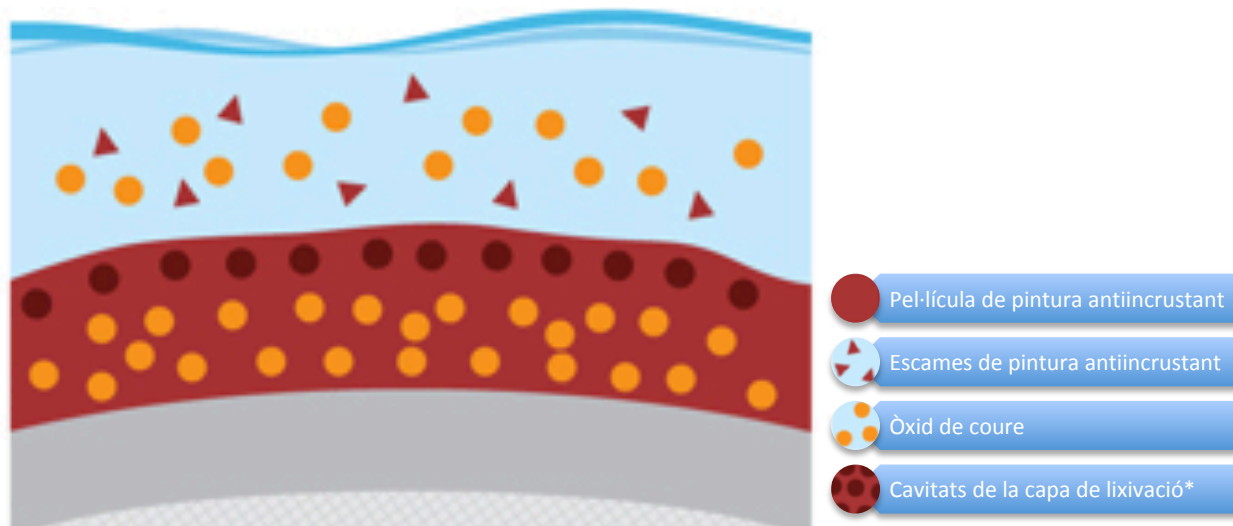


Figura 15. Esquema de funcionament d'un antifouling de matriu autopulimentable – Font: www.nauticayyates.com

MATRIU DURA

Aquest tipus d'antiincrustant absorbeix l'aigua, mentre la part soluble de la resina es va desintegrant, aquest procés va deixant una estructura insoluble com si fos una esponja rígida, plena d'aigua, a través de la qual es dissolen (per difusió) les substàncies actives que eviten les incrustacions al casc.

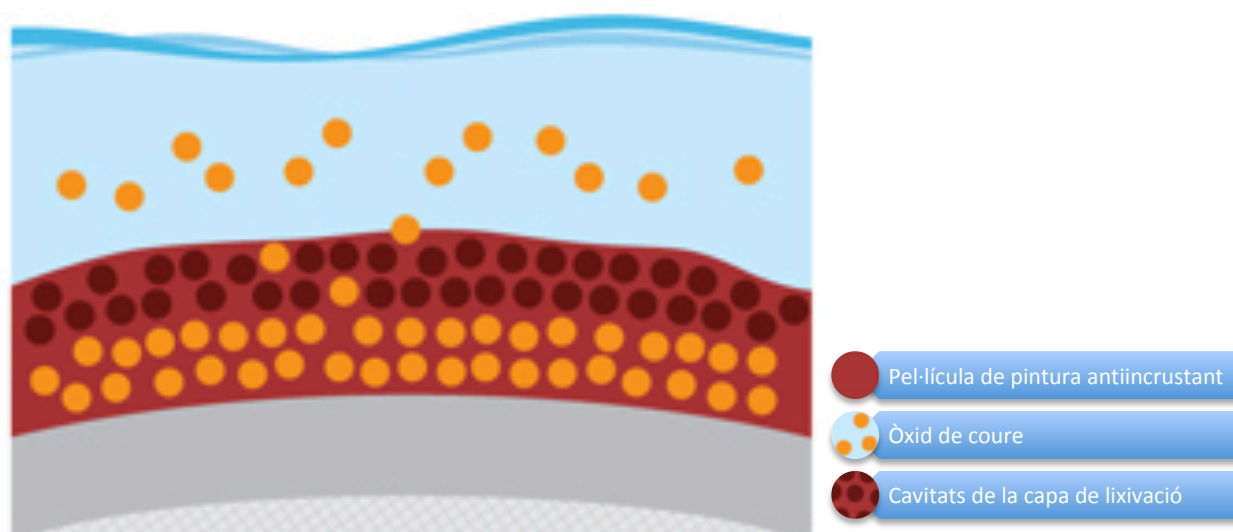


Figura 16. Esquema de funcionament d'un antifouling amb matriu dura – Font: www.nauticayyates.com

Capa de lixiviació*= Petita superfície en la qual el dissolvent (l'aigua), passa a través del sòlid (l'antifouling) i dissol els components d'aquest alliberant-ne el biocida.

CONVENCIONALS

Aquest tipus d'antiincrustant és més tradicional i també és anomenat de matriu tova, el material bioactiu és alliberat de forma incontrolada amb la dissolució de la major part de la pintura, incloent-hi la resina. La rapidesa amb la qual es despendrà, dependrà de la temperatura de l'aigua i el contingut en sal d'aquesta entre altres factors.

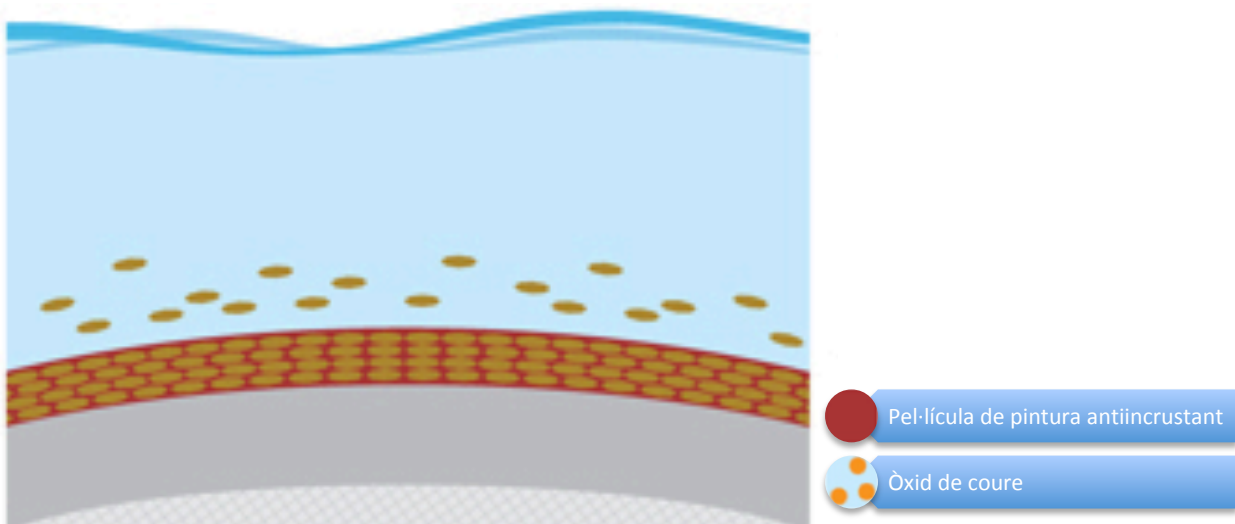


Figura 17. Esquema de funcionament d'un antifouling amb matriu convencional – Font: www.nauticayyates.com

¿Quina diferència respecte a composició tenen els diferents tipus de pintura antifouling més comuns?

La base de la qual parteixen els antifoulings autopulimentables i els de matriu dura és la mateixa, i és una resina soluble en aigua anomenada “rosin”.

El “rosin”, és en un 50% àcid abiètic, i s'extreu dels arbres des de ja fa més de cent anys per la fabricació d'antifoulings. Aquesta resina es combinarà amb altres resines no solubles en aigua per donar integritat a la capa.

Així doncs un antifouling de matriu dura tindrà un baix percentatge de “rosin” (soluble) i un alt contingut de resines no solubles i per altra banda en els antifoulings autopulimentables serà exactament el contrari, un alt contingut de “rosin” que serà l'encarregat d'anar alliberant el biocida i determinarà el grau d'autopulimentació del antifouling i un baix contingut de resines no solubles que formaran l'anomenada capa de lixiviació. El gruix d'aquesta capa vindrà determinada per la quantitat de resina no soluble present a l'antifouling.

La durabilitat dels antifoulings autopulimentables vindrà donada en funció de la capa útil d'aquest.

Finalment els antifoulings de matriu tova o convencionals, estaran formats per una base totalment soluble de resina de “rosin” i el biocida sigui òxid cuprós o òxid de coure.

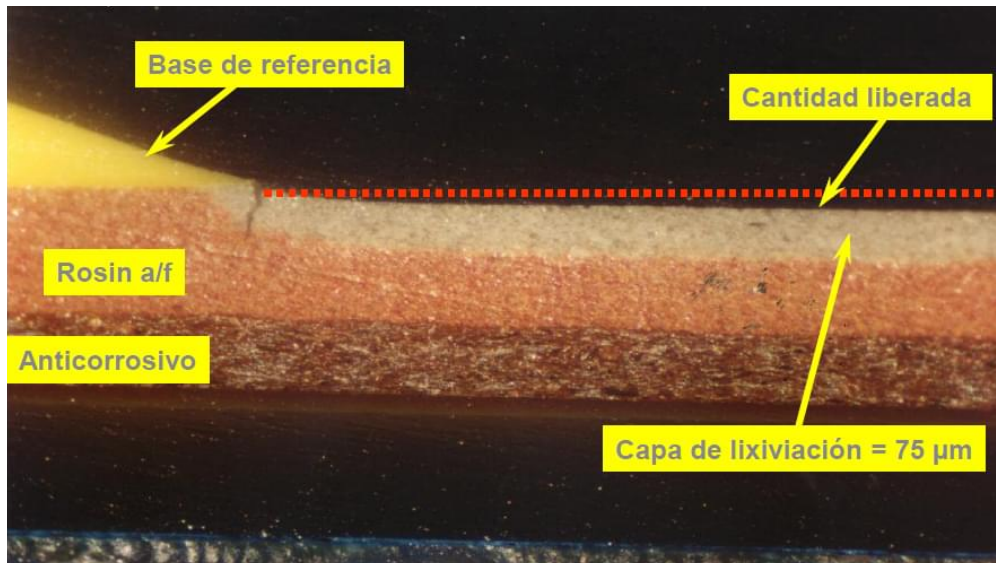


Figura 18. Secció d'un antifouling amb base de "rosin" - Font: www.nauticayyates.com

3.2.2 Innovacions en pintures antiincrustants

En l'actualitat ja existeixen varis antifoulings basats en una fina pel·lícula de silicona flexible de gran suavitat que dificulta la possibilitat d'adhesió als organismes. Un altre avantatge d'aquest tipus de pintures és que el gran acabat d'aquesta ajuda a disminuir la resistència del casc sobre l'aigua. També trobem altres antifoulings amb una pel·lícula de polímer de fluor autopulimentable que ofereix una superfície extremadament llisa reduint-ne molt la fricció. La superfície resultant és flexible la qual dificulta el creixement d'organismes vius al casc.

POLÍMERS SPC

Els antiincrustants SPC, com per exemple el Micron 99, utilitzen acrilat de coure, que reacciona amb l'aigua salada formant una capa superficial de polímer acrílic àcid i mentre aquest es va dissolent en l'aigua va alliberant el biocida.

Els polímers SPC més utilitzats són el Micron 77 i el 99 i els dos utilitzen acrilat de coure. Aquests són hidrofòbics (no els agrada l'aigua), així doncs en entrar en contacte amb aquesta el clorur de sodi trenca la unió entre el polímer i el coure creant un polímer acrílic àcid. Això el converteix en un hidrofílic (li agrada l'aigua). Des de llavors la reacció succeeix en tota la superfície de forma constant recreant un polímer àcid que va alliberant el biocida de forma controlada mentre aquest es va dissolent en l'aigua. D'aquesta forma l'antifouling s'autopulimenta sense necessitat de tenir l'embarcació en moviment (podem dir que és una evolució de l'antiincrustant convencional). Aquest tipus d'antifouling funciona bé per tota mena de vaixells, ja que no deixa capa morta i la duració és molt més elevada que els antifoulings que utilitzen base de "rosin".

INTERSLEEK

L'antifouling Intersleek és característic per no utilitzar biocida, aquest es basa en un revestiment de fluoropolímer, formant una superfície coneguda amb el nom de "superfície de baixa energia" la qual

evita l'adhesió dels organismes a la superfície. D'aquesta forma es podrà netejar la superfície fàcilment utilitzant la mà, sponges, raspalls de cerres suaus o qualsevol altre mètode no agressiu. La freqüència de neteja de l'obra viva es veurà augmentada si l'embarcació té poca activitat, però dependrà de la zona geogràfica en la qual ens trobem per conèixer el temps exacte entre neteges. Aquest antifouling proporciona a part de protecció contra les incrustacions una reducció de la fricció del casc amb l'aigua gràcies a la seva superfície tan llisa i una menor contaminació dels mars i oceans gràcies a la NO utilització de biocides.



Figura 19. Exemple de l'abans i el després de netejar a pressió una superfície prèviament tractada amb Intersleek 90 - Font: www.nauticayyates.com

SILIC ONE SYSTEM

Aquesta pintura és l'última innovació tecnològica de la marca HEMPEL.

Silic One System, no conté biocides i es basa en silicona i hidrogel, aquesta combinació proporciona a l'àrea pintada unes propietats aquoses que dificulten l'adhesió d'organismes en el casc. També en facilita l'eliminació de les possibles incrustacions quan l'embarcació està en moviment o es neteja el casc.

3.2.3 Selecció de l'antifouling

Per tal de realitzar una bona selecció de la nostra pintura antifouling caldrà valorar primerament certs paràmetres tant de l'embarcació, l'ús que li donarem i la regió, concretament els paràmetres a analitzar són els següents:

- Tipus d'embarcació
- Freqüència de navegació
- Velocitat mitjana
- Lloc de navegació
- Tipus de navegació
- Substrat

QUIN ANTIFOULING ELEGIR SEGONS EL TIPUS D'EMBARCACIÓ I ACTIVITAT

Com hem comentat anteriorment aquests és un dels punts més importants, és per això que hem realitzat un petit esquema general per ajudar en la selecció d'aquests.

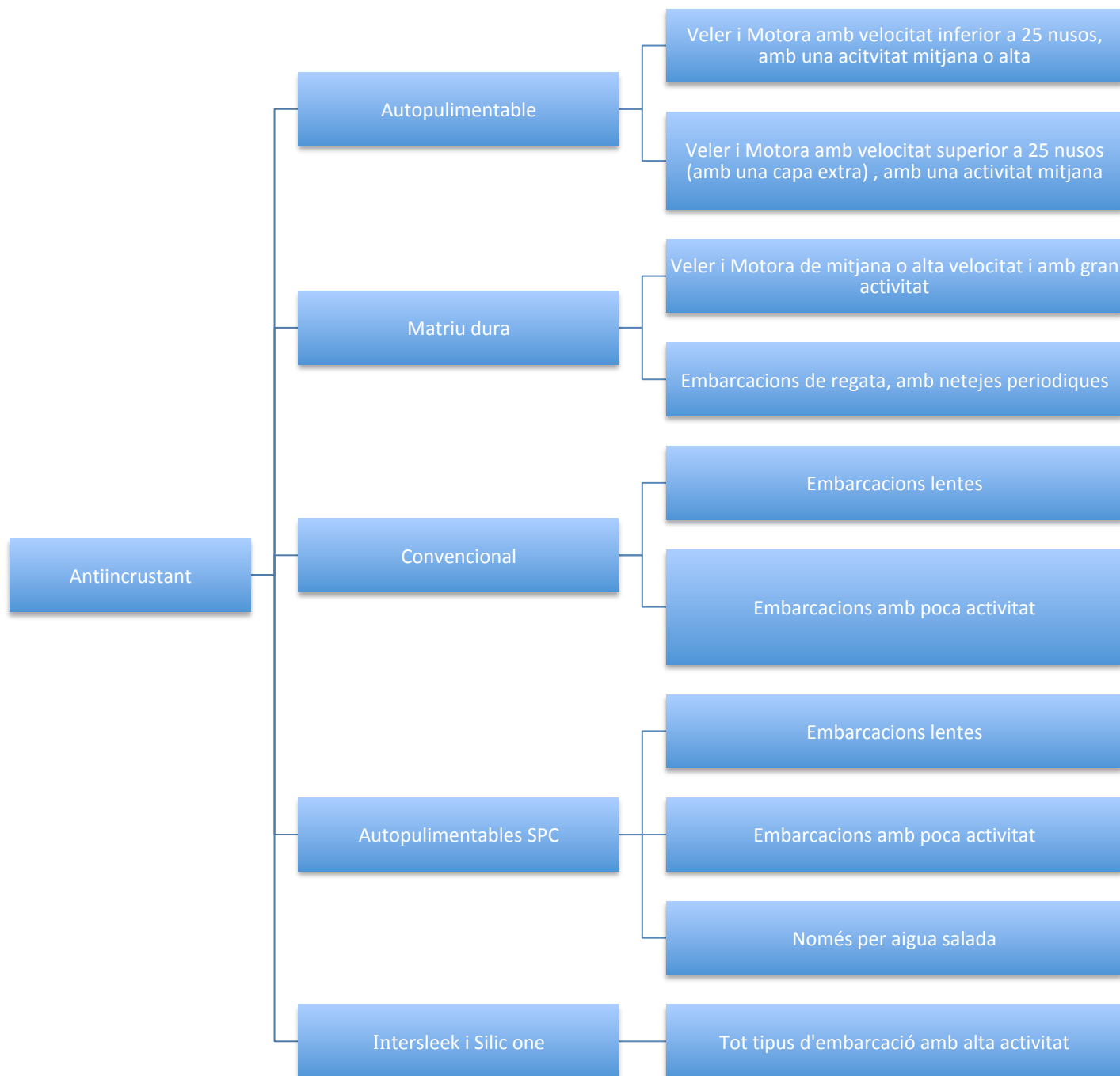


Figura 20. Esquema d'elecció d'un antifouling en funció de les necessitats - Font pròpia

AUTOPULIMENTABLE: Aquest tipus d'antifouling és ideal per velers de creuer, creuer-regata i motors de mitjà o gran dimensió, aquest també es pot utilitzar per motors més petites i ràpides però si aquestes no s'utilitzen durant llargs períodes i es posa una capa extra de pintura.

MATRIU DURA: Gràcies a la seva matriu dura és una pintura ideal per embarcacions ràpides o velers de regata sempre que es realitzi un manteniment periòdic de l'obra viva.

CONVENCIONAL: Tot i que ara per ara és una pintura cada cop menys utilitzada, aquesta és recomanable per embarcacions que tenen baixa activitat i de poca velocitat.

AUTOPULIMENTABLES SPC: Aquest podem dir que és una evolució de l'antifouling convencional, segueix tenint el mateix objectiu, embarcacions amb poca activitat però en millora el seu rendiment millorant-ne la durada. No és apta per embarcacions que naveguen en aigua dolça.

INTERSLEEK i SILIC ONE: Estan pensats tant per velers com embarcacions de motor amb alta activitat.

3.2.4 Principals empreses comercialitzadores de pintures nàutiques

Avui en dia hi ha un gran nombre d'empreses comercialitzadores de pintures nàutiques, algunes de les més conegudes podem dir que són:

- **INTERLUX des de 1881 distribuïnt pintures antiincrustants**, marca del grup AkzoNobel, amb seu a Amsterdam i aproximadament 48.000 treballadors en 80 països, empresa líder mundial en pintures i recobriments, principal productor de productes químics especialitzats, grup del qual en deriven 78 marques.



Figura 21. Logo Interlux - Font: www.yachtpaint.com

- **HEMPEL des de 1915 distribuïnt pintures antiincrustants**, Hempel és una empresa proveïdora de tota mena de revestiments i líder mundial, amb més de 5.500 treballadors repartits en més de 80 ciutats arreu del món.



Figura 22. Logo Hempel - Font: www.hempelyacht.es

- **JOTUN des de 1931 distribuïnt pintures antiincrustants**, el grup Jotun és una organització matricial dividida en set regions responsables de la venda de pintures decoratives i

revestiments d'alt rendiment (marins, protectors i en pols). La companyia té 37 plantes de producció en 21 països i està representada en més de 100 països arreu del món.



Figura 23. Logo Jotun - Font: www.jotun.com

- **INDUSTRIAS TITAN des de 1917 distribuïnt pintures**, empresa líder a Espanya en pintura, amb més de 500 productes especialitzats en decoració, per professionals, industrial, belles arts i nàutica (amb la marca titanlux, sinònim de qualitat per la marca o Titan Yate), amb quasi 10.000 referències que corresponen tant a les necessitats de professionals com a les de particulars. Actualment Titan compte amb una de les fàbriques més modernes d'Europa amb 130.000m2 situada a El Prat de Llobregat.



Figura 24. Logos Titanlux i Titan Yate - Font: www.titan.es

3.2.5 Relació de preus entre diferents marques

A continuació es presenten els diferents preus de mercat en funció del tipus d'antiincrustant i marca.

MARCA/TIPUS	MATRIU SOLUBLE	MATRIU DURA	AUTOPULIMENTABLE	SENSE BIOCIDA
INTERNATIONAL	-	43,95	57,98	Venta en grans quantitats
HEMPEL	20,25	28,56	41,22	53,48
JOTUN	-	45,71	59	-
TITAN	-	43,51 (semidur a)	52,54	-

Taula 1. Relació de preus en funció de l'antiincrustant i la marca d'aquest en el mercat. Preu (€) més econòmic trobat en línia per recipients de 750ml. en data 19/12/18 – Font pròpia

3.2.6 Sistemes complementaris a les pintures antiincrustants

Amb la finalitat d'incrementar el rendiment de les pintures antiincrustants existeixen els següents sistemes, d'ultrasons o el DockyDock que proposa una mena de banyera que a continuació explicarem.

ULTRASONS

Els ultrasons són ones mecàniques, és a dir no ionitzades, la freqüència de la qual es troba per sobre del llindar d'audició dels humans (aproximadament 20.000 Hz).

L'ús dels ultrasons com a alternativa mediambiental per prevenir el fouling i la proliferació de les incrustacions està guanyant terreny als altres mètodes, aquest mètode és molt respectuós amb el Medi Ambient, perquè no allibera substàncies tòxiques, complint així amb les normes ambientals dels ports més exigents.

Els organismes vius són fràgils als canvis de pressió ràpids i aquesta debilitació en dificulta el creixement i les funcions vitals d'aquests organismes. Un cop activats els ultrasons la seva efectivitat dependrà de les condicions ambientals, nutrients de l'aigua, la forma del casc i altres variables biològiques.

ULTRASONS FIXE

En aquest cas l'aparell va adherit a la part interior del casc sense necessitat de foradar-lo. El sistema destrueix o incapacita l'adherència d'organismes vius al casc, ja que les vibracions emeses pel sistema creen una petita pel·lícula de molècules d'aigua vibrant, cosa que impedeix la fixació dels organismes al casc. El rang de l'emissor té un rang limitat d'uns 10 metres, així que per embarcacions superiors s'hauria d'instal·lar més d'un emissor.

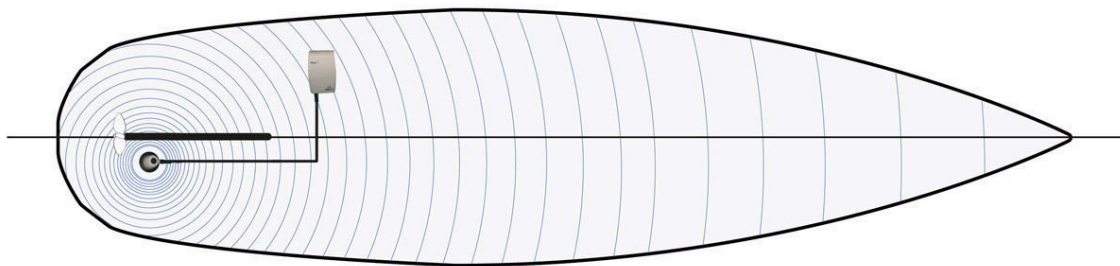


Figura 25. Esquema d'una instal·lació fixe d'ultrasons - Font: www.expansion.com/nauta360.html

ULTRASONS DUMO ACM

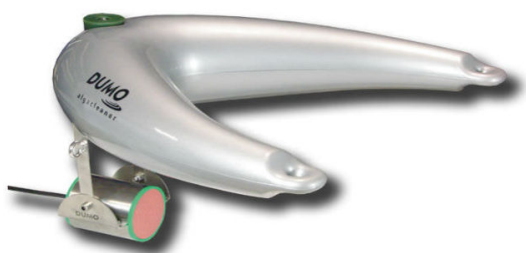


Figura 26. Imatge d'un DUMO ACM – Font: www.expansion.com/nauta360.html

El sistema DUMO ACM ja s'ha introduït en alguns ports com Bergen(Noruega), La Rochelle (França) i el Puerto Deportivo de Puerto Sherry (Espanya).

Aquest sistema ja ha estat testejat en embarcacions com el F15 Hispania, els quals confirmen la seva eficàcia després de 10 mesos amarrat amb l'emissor connectat, es va poder comprovar que les algues i el cargolet adherit al casc era pràcticament inexistent tal com assegura José Francisco Rábade, president de la Fundació Isla Ebusitana.

Aquest sistema redueix el cost i les tasques de manteniment del vaixell allargant la vida de l'antifouling i millorant-ne així el rendiment de l'embarcació, la velocitat i la maniobrabilitat.



Figura 27. Foto d'un DUMO ACM en ús - Font: www.expansion.com/nauta360.html

El Dumo ACM consta d'un emissor ultrasònic d'alta eficiència de transmissió connectat a un flotador, el generador ultrasònic estarà alimentat per una font de 115/230 V i 130W que pot estar situada al moll, pantalà o a l'interior de l'embarcació.

L'emissor s'instal·la de forma senzilla a la proa o popa de l'embarcació gràcies al flotador.

DOCKYDOCK

DockyDock és un sistema que ajuda a reduir o eliminar les incrustacions a l'obra viva de les embarcacions fins a 100 peus. Aquest sistema ha estat innovat recentment per tal d'ajudar als propietaris de les embarcacions a mantenir d'una forma més prolongada l'obra viva de les seves embarcacions, siguin motores o velers amb la creació d'un sistema per cada tipus d'embarcació. Aquest, consta d'una piscina flotant instal·lada a l'amarrador de l'embarcació de tal manera que quan aquesta està amarrada queda totalment aïllada de l'aigua que la rodeja gràcies a la possibilitat d'extreure-la amb

l'ajut d'una bomba externa. D'altra banda en el cas dels velers no es pot realitzar un aïllament complet de l'interior de la piscina amb l'exterior d'aquest, a causa de la modificació en el sistema d'entrada per tal que la quilla entri sense problemes. Aquest altre i igual que en primer sistema, redueix les incrustacions gràcies a l'estancament de l'aigua evitant-ne d'aquesta forma la proliferació per la falta d'aliment i oxigen.



Figura 28. Imatge d'un DockyDock per velers instal·lat a l'amarrament - Font: <https://dockydock.com>



Figura 29. Imatge d'un DockyDock en ús - Font: <https://dockydock.com>

3.2.7 Sistemes alternatius a les pintures antiincrustants

Des de fa temps les pintures antiincrustants són les més utilitzades per evitar les incrustacions a l'obra viva de les embarcacions. En els últims anys però han anat apareixent sistemes alternatius a aquestes molt menys coneguts però cada cop molt més respectuosos amb el medi ambient marí. Uns exemples són:

CLICK&GO

SMART PORT , aquest concepte va sorgir del congrés sobre ciutats i ports que es va celebrar a Durban (Sud-Àfrica) i vol ser una extensió del concepte SMART CITY. En aquest congrés es va concloure que un port és intel·ligent quan aquest és un espai pensat per a les persones, així doncs consta d'un accés generalitzat i millores mediambientals.

El sistema Click&Go que es caracteritza per la seva disponibilitat, accessibilitat, sostenibilitat, estalvi i seguretat, és un elevador d'embarcacions en el mateix amarratge que permet a l'usuari aixecar de l'aigua l'embarcació simplement accionant un botó (un sol "click") evitant d'aquesta forma que aquesta estigui en contacte amb l'aigua, mantenint l'obra viva en perfectes condicions (reducció del consum que pot arribar a un 20%) i evitant-ne l'ús d'antifouling, ànodes i altres tractaments que poden ser perjudicials per al medi ambient, segons confirma un estudi realitzat per la Consultoria la Vola S.A.

El projecte d'aquest sistema consta d'una anàlisi prèvia del lloc on es vol instal·lar, primerament es considerarà una estructura bàsica en funció del lloc d'amarratge i dimensions/pes de l'embarcació. Seguidament es concretarà el recorregut d'elevació d'aquest en funció de les marees a la zona d'instal·lació.

Pel que fa al manteniment es recomana fer una revisió anual de cada elevador per tal d'engreixar-lo, revisar que l'estructura segueixi anivellada i la tensió d'elevació sigui homogènia.

Els múltiples avantatges d'aquest sistema són:

Amarratges Accessibles

Aquest sistema permet a l'usuari posar l'embarcació al nivell del moll, millorant-ne l'estabilitat i permetent-ne l'accés a persones amb mobilitat reduïda o persones que busquin seguretat i comoditat en el procés d'embarcament.

Varada Exprés

Al poder treure de l'aigua per un mateix l'embarcació, permet fer-hi reparacions i condicionaments en el mateix amarratge sense necessitat d'acudir a un varador estalviant costos i temps.

Autonomia

El mateix usuari pot realitzar el manteniment i neteja de l'embarcació des de l'amarratge.

Exposicions Nàutiques

Les nàutiques poden aprofitar un dels grans avantatges d'aquest sistema, podent ensenyar al possible comprador l'embarcació dins i fora de l'aigua al moment.

Zona Motos Aquàtiques

Permet ordenar els amarratges de motos aquàtiques, millorar-ne l'accessibilitat, disponibilitat i dificultar-ne els robatoris.

Amarratges prèmium

La possibilitat per als residents i navegants que volen utilitzar l'embarcació durant tot l'any de tenir-la sempre a punt, prolongant d'aquesta forma la temporada.

TIPUS D'INSTAL·LACIONS DEL SISTEMA CLICK&GO

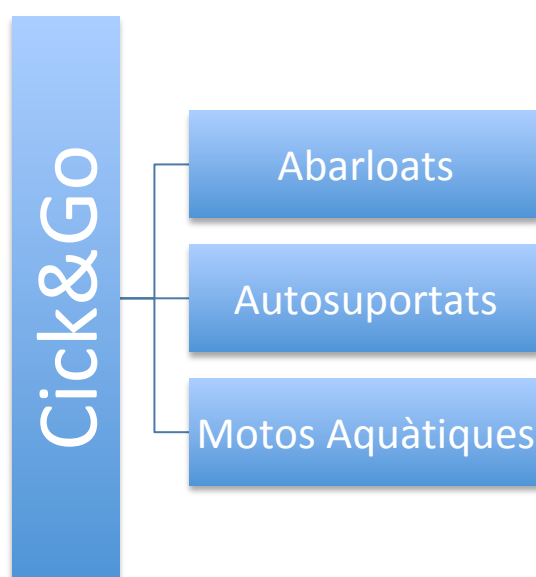


Figura 30. Tipus d'instal·lacions - Font pròpia

ABARLOATS



TIPUS

- MA30:
3.000 kg / 5-8 m.
- MA50:
5.000 kg / 7-10 m.
- MA100:
10.000 kg / 9-13 m.

Figura 31. Sistema elevador per embarcacions abarloades -

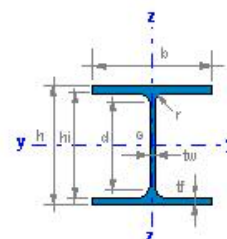
Font: www.neptuneatlanticboatlifts.com/

Accessoris i Serveis Opcionals:

- Passarel·les laterals.
- Comandament a distància submergible.
- Assegurança de responsabilitat civil.
- Altres.

Fitxa Tècnica del Producte:

- Estructura metàl·lica ancorada en el moll amb dos pilars verticals, model HEA i un bressol de tub estructural galvanitzat en calent.
- Bressol ajustable a l'embarcació.
- Construcció d'acer galvanitzat en calent.
- Dos motors reductors sincronitzats, trifàsics o monofàsics, amb caixa protectora i tractament especial per ambients marins.
- Cables d'acer galvanitzat de 8 mm.
- Passadors, caragols i accessoris d'acer inoxidable A-316.
- Quadre elèctric especial per ambients marins.
- Accionat per control remot.



Perfil HEA

Figura 32. Perfil de l'estructura metàl·lica -
Font:
www.neptuneatlanticboatlifts.com/

AUTOSUPORTATS



Figura 33. Sistema elevador autosuportat en amarre convencional -
Font:
www.neptuneatlanticboatlifts.com/

TIPUS

- M35:
3.500 kg / 5-8 m.
- M60:
6.000 kg / 7-10 m.
- M100:
10.000 kg / 9-13 m.
- M120:
12.000 kg / 10-14 m.

Accessoris i Serveis Opcionals:

- Passarel·les laterals.
- Comandament a distància submergible.

- Assegurança de responsabilitat civil.
- Altres.

Fitxa Tècnica del Producte:

- Estructura autoportant.
- Sistema compost de quatre pilars verticals ajustables al desnivell del fons.
- Peus amb base basculant per a l'adaptació al fons.
- Bressol i barres laterals ajustables a l'embarcació.
- Construcció d'acer galvanitzat en calent.
- Dos motors reductors sincronitzats, trifàsics o monofàsics, amb caixa protectora i tractament especial per ambients marins.
- Cables d'acer galvanitzat de 8 mm.
- Quadre elèctric especial per ambients marins.
- Accionat per control remot.

PER A MOTOS AQUÀTIQUES



- Pes màxim: 1.000 kg

Figura 34. Sistema elevador per a motos d'aigua

- Font: www.neptuneatlanticboatlifts.com

Accessoris i Serveis Opcionals:

- Passarel·les laterals.
- Comandament a distància submergible.
- Assegurança de responsabilitat civil.
- Altres.

Fitxa Tècnica del Producte:

- Estructura metàl·lica ancorada en el moll amb dos pilars verticals, model HEA i un bressol de tub estructural galvanitzat en calent.
- Bressol i barres laterals ajustables a l'embarcació.
- Construcció d'acer galvanitzat en calent.
- Un motor reductor sincronitzat, trifàsic o monofàsic, amb caixa protectora i tractament especial per ambients marins.
- Cables d'acer galvanitzat de 6 mm.
- Passadors, caragols i accessoris d'acer inoxidable A-316.
- Quadre elèctric especial per ambients marins.
- Accionat per control remot.

FILM ADHESIU

El film adhesiu de l'empresa Mactac, líder mundial en adhesius d'alt rendiment ha desenvolupat el primer antifouling amb film adhesiu sense biocides iniciant un camí cap a la nàutica sense biocides per tal de reduir l'impacte marí.

Aquest sistema consisteix d'un film adhesiu que protegeix l'obra viva de l'embarcació i està recobert d'una capa de pintura siliconada desenvolupada pel líder mundial en fabricació de pintures PPG.

A més a més aquest sistema redueix la possibilitat d'osmosi en l'embarcació, pel fet que el film és impermeable, amb una taxa d'higrometria del casc inferior a la dels cascs pintats amb antifouling tradicionals.

Pel que fa a la durabilitat del film és de fins a cinc anys amb el valor afegit d'un manteniment molt senzill i la conseqüent reducció de costos.



Figura 35. Film adhesiu sense biocides - Font: www.panoramanautico.com/

3.2.8 Taula comparativa dels diferents sistemes

Amb la finalitat de veure de forma més visual els principals avantatges i inconvenients dels diferents sistemes per a reduir les incrustacions s'ha creat una taula on es comparen entre ells, pel que fa a nivells de contaminació emesos al medi ambient marí a causa de la seva utilització, el cost i la facilitat de muntatge, instal·lació o aplicació i finalment el rendiment pel que fa a la reducció o eliminació de les incrustacions a l'obra viva de l'embarcació.

MÈTODE	CONTAMINACIÓ (del medi ambient marí)	FACILITAT (d'ús)	COST (del sistema)	RENDIMENT (resultat)
AUTOPULIMENTABLE	✗	✓✓	✓	✓
MATRIU DURA	✗	✓✓	✓	✓
CONVENCIONAL	✗	✓✓	✓	✓
POLÍMERS SPC	✗	✓✓	✓	✓
INTERSLEEK	✓✓	✓✓	✓	✓
SILIC ONE SYSTEM	✓✓	✓✓	✓	✓
ULTRASONS FIXE	✓✓	✓	✓	✓
ULTRASONS DUMO ACM	✓✓	✓	✓✓	✓
DOCKYDOCK	✓✓ MOTORES ✓✓ VELERS	✗	✓	✓
CLICK&GO	✓✓	✗	✗	✓✓
FILM ADHESIU	✓✓	✓✓	✓	✓✓

✗	DOLENT	✓	BO	✓✓	MOLT BO
---	--------	---	----	----	---------

Taula 2. Comparativa entre els diferents sistemes antiincrustants – Font pròpia

CAPÍTOL 4. L'ESQUEMA GENERAL DE PINTAT DE L'OBRA VIVA

Com ja s'ha vist amb anterioritat, el **principal sistema** ara com ara per reduir les incrustacions són les pintures antiincrustants, aquestes però per tal de ser aplicades correctament requereixen d'una preparació i la selecció d'una sèrie d'elements en funció del tipus d'embarcació, el material de construcció i l'ús que se li vulgui donar a aquesta.

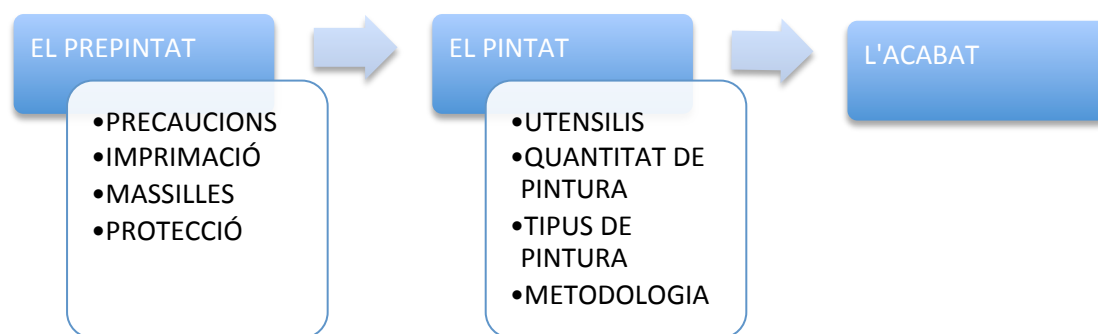


Figura 36. Esquema general de pintat de l'obra viva d'embarcacions – Font pròpia

4.1 El prepintat

El procés previ al pintat és potser la part més important de tots, aquesta part és la que es sol prendre més a la lleugera i és la que acaba derivant en la majoria dels futurs problemes del pintat.

4.1.1 Precaucions a tenir en compte a l'hora de pintar

En el moment de pintar una embarcació cal tenir en compte certs paràmetres per tal d'obtenir uns resultats òptims. Primer de tot que les condicions ambientals en les quals pintem l'embarcació siguin les adequades, si no es poden produir imperfeccions, i d'altra banda realitzar una adequada preparació del casc eliminant tot rastre de pintura antiga, brutícia, grassa... Si no es realitzen i controlen meticulosament aquests processos podem trobar-nos amb alguns defectes com: deformacions, poca brillantor de l'acabat, rugositats...

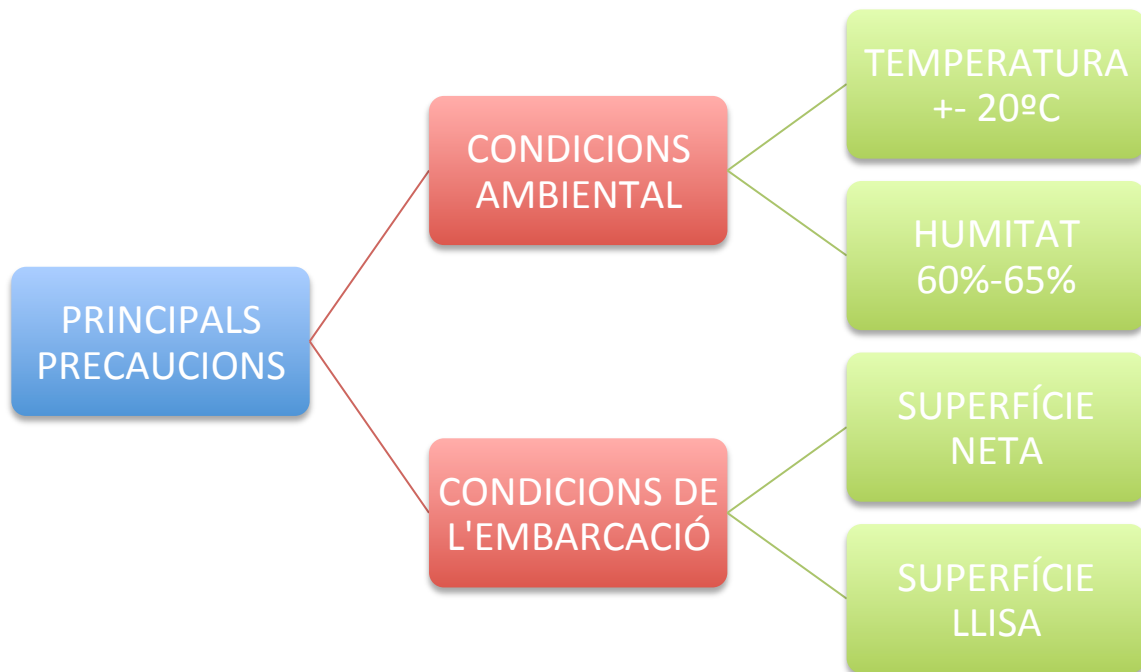


Figura 37. Esquema de les principals precaucions a tenir en compte quan pintem – Font pròpia

CONDICIONS AMBIENTALS

Temperatura per pintures de dos components

Primerament i molt important mesurarem la temperatura en el substrat a pintar, la temperatura ideal d'aquest, és d'uns 20 °C, això no significa que només puguem pintar amb aquesta temperatura, però per cada 10 °C de menys, el temps d'assecatge i curat es duplicarà. Així doncs podríem arribar a pintar fins a una temperatura de 5 °C, la pintura a aquesta temperatura serà molt més espessa, així doncs haurem de diluir-la vigilant de no passar-nos, si baixéssim més d'aquesta temperatura, el curat no es duria a terme i obtindríem una pintura de qualitat insuficient i amb poca adherència entre les capes.

D'altra banda si la temperatura fos 10 °C per sobre dels 20 °C, el temps d'assecatge i curat es reduiria a la meitat i hauríem de procurar aplicar la pintura el més ràpid possible o no fer-ho tot d'una vegada.

Humitat

La humitat s'ha de mesurar amb un higròmetre i ha d'estar compresa entre un 60% i un 65% d'humitat relativa atmosfèrica per assegurar la bona adhesió de la pintura entre capes i al substrat.

Ventilació

El lloc on pintem ha d'estar sempre ben ventilat per tal que faciliti constantment l'evaporació dels dissolvents i n'elimini els vapors, un dia de calma a l'aire lliure és suficient, però d'altra banda un dia amb vent pot ser perjudicial, doncs el vent pot portar pols, sorra i redueix el temps d'assecatge.

CONDICIONS DE L'EMBARCACIÓ

Eliminar la pintura vella i preparar la superfície

Primerament i per tal d'eliminar la pintura antiga podem utilitzar diferents mètodes:

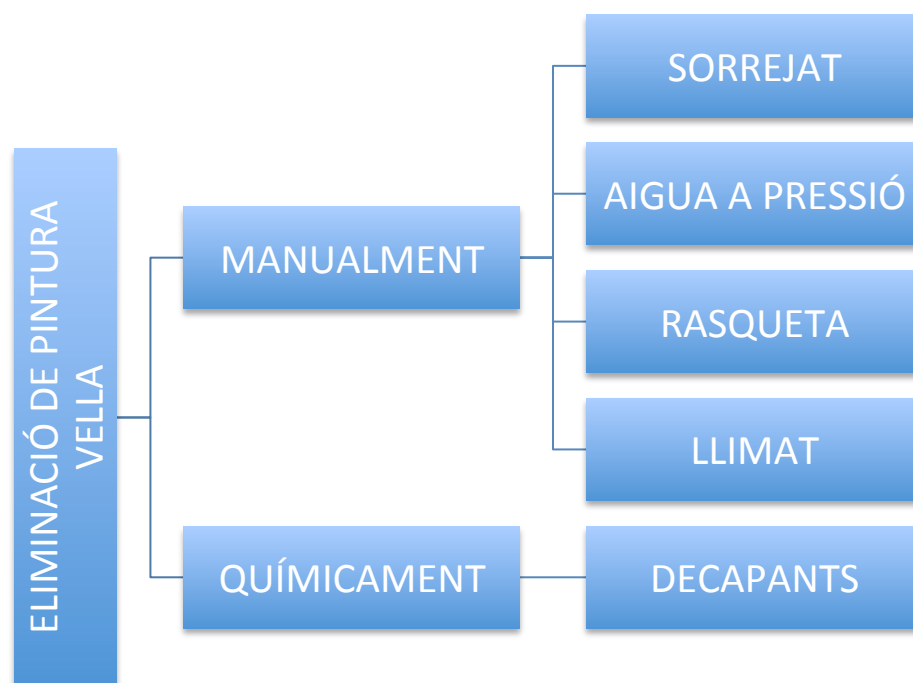


Figura 38. Esquema dels diferents sistemes per l'eliminació de la pintura vella – Font pròpia

Neteja i desgreixar

Una bona neteja i desgreixat de la superfície serà la clau de l'èxit per obtenir uns bons resultats un cop pintat el casc. Per fer una bona neteja, primerament haurem de netejar i desgreixar la superfície abans de llimar-la, per tal d'evitar que la brutícia penetri en els porus durant el llimat del substrat.

Llimat

La finalitat d'aquest, és eliminar les desigualtats, aplanar la superfície i eliminar-ne les capes de pintura vella. Amb aquest procediment, també dotem la superfície d'una rugositat que millorarà l'adherència de la nostra superfície a pintar.

Depenent de la pintura a eliminar, s'utilitzarà el llimat en sec (per pintures normals) o llimat humit (per pintures antiincrustants), cada tipus de llimat te un o diversos equips que presentarem a continuació.

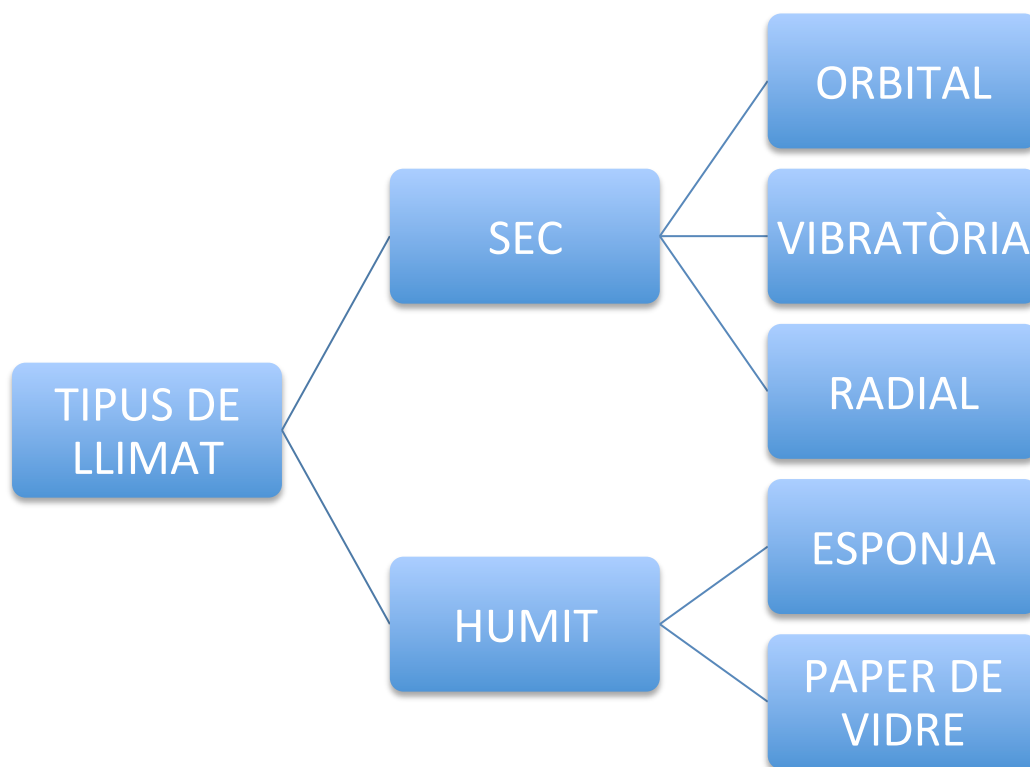


Figura 39. Esquema dels tipus de llimat en funció de la superfície a lluitar – Font pròpia

PER EL LLIMAT EN SEC

Els equips utilitzats per al llimat en sec són els següents:

TIPUS	FACILITAT (d'ús)	ACABAT (resultat final)	DESCRIPCIÓ
LLIMA ORBITAL ALEATÒRIA	✓✓	✓✓	El disc de llimat gira de forma circular al mateix temps que nosaltres anem creant unes petites el·lipses.
LLIMA VIBRATÒRIA	✓✓	✓	Aquesta realitza un moviment vibratori al mateix temps que nosaltres realitzem petites el·lipses.
LLIMA RADIAL	✓	✗	El disc realitza un moviment circular al mateix temps que nosaltres l'anem movent per la zona desitjada.

✗	DOLENT	✓	BO	✓✓	MOLT BO
---	--------	---	----	----	---------

Taula 3. Comparativa dels equips de llimat en sec – Font pròpia



Figura 40. Llima orbital aleatòria –
Font: www.ferreteriavalls.com/



Figura 41. Llima vibratòria - Font:
www.ferreteriavalls.com/



Figura 42. Llima radial - Font:
www.ferreteriavalls.com/

PER EL LLIMAT EN HUMIT

Llima d'esponja o el paper de vidre de diferent gra és ideal per aquest ús sobretot si es combinen diferents abrasions per tal de deixar un resultat impecable.



Figura 43. Paper de vidre - Font:
www.ferreteriavalls.com/



Figura 44. Llima d'esponja - Font:
www.ferreteriavalls.com/

4.1.2 La imprimació

En el mercat trobarem molts tipus d'imprimació, però aquestes es divideixen en dues grans categories, un component o dos components.

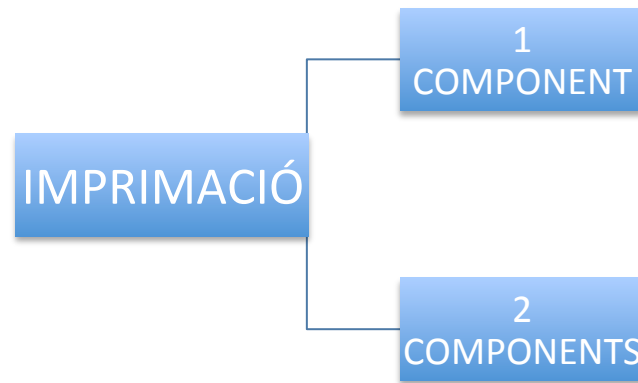


Figura 45. Esquema dels dos tipus d'imprimació que trobem al mercat - Font pròpia

Imprimacions d'un component

Les imprimacions d'un component són aquelles que un cop obert el recipient i barrejat ja podem començar a pintar.

Imprimacions de dos components

Pel que fa a les imprimacions de dos components són aquelles que en comprar-les porten dos recipients, un dels recipients, el més petit, conté el catalitzador.

Per una bona aplicació d'aquesta, haurem de mesurar o bé per volum o bé per pes la proporció d'imprimació i catalitzador, amb la finalitat d'ajustar-la el màxim possible a les proporcions que vinguin donades a les instruccions d'ús, aquestes poden variar en funció de la temperatura ambiental.

La funció més important de la imprimació és la de protegir el substrat que pintarem de la penetració d'aigua, sobretot en els cascs de fusta i fibra de vidre, també serveix de protecció antioxidant per als cascs d'acer i protecció per a la corrosió galvànica en els cascs d'alumini, aquesta també proveeix al substrat que pintarem d'una bona base per a les capes de pintura següents.

Finalitats principals de la imprimació:

- Protegir el substrat de l'embarcació.
- Evitar el desgast prematur de la pintura.
- Millorar l'acabat final.

4.1.3 Les massilles

Les massilles són utilitzades per omplir juntes, craters, fissures, perfilar el casc per tal de dissimular irregularitats que s'accentuarien amb l'aplicació d'esmalts brillants, o allisar la superfície per millorar-ne el rendiment. Aquesta s'ha d'aplicar entre capes d'imprimació i mai directament en el substrat.

Algunes utilitats:

- Millorar la hidrodinàmica de l'embarcació.
- Proporcionar línies suaus i netes a l'obra morta.

En trobem de dos tipus:

- Epoxi (menys permeable i molt dura).
- Polièster (més permeables, recomanable només per obra morta).

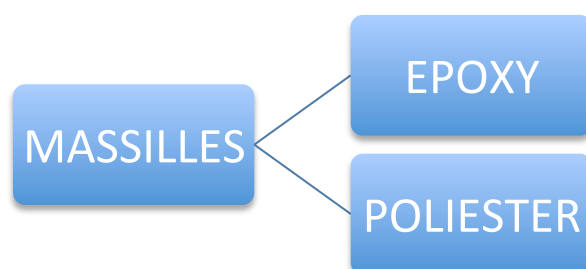


Figura 46. Esquema dels dos tipus de massilla que podem trobar - Font pròpia

4.1.4 Protecció del medi ambient atmosfèric

CONSCIÈNCIA A ESCALA MUNDIAL

Cada cop més les qüestions mediambientals adopten un caràcter més prioritari en la nostra societat, l'impacte ambiental derivat de les activitats humanes crea la necessitat de posar la lupa sobre els focus de contaminació per tal de reduir-los al màxim o inclús eliminar-los.

PERSPECTIVA DELS ANTIINCRUSTANTS D'ACORD A LA LEGISLACIÓ

Els antiincrustants es classifiquen com a biocides / pesticides. Els antiincrustants que contenen biocides han de passar una revisió i un registre de premercat abans de la seva comercialització i venda a diferents països. Els antifouling que no contingui biocides estaran exempts, ja que no es classifiquen en aquest grup però hauran de passar la normativa corresponent.

LEGISLACIÓ PER VOC (compostos orgànics volàtils)

Les emissions procedents del procés de pintat i la neteja de les eines utilitzades en aquest, generen una sèrie de VOC's provinents de la mateixa composició de les pintures, amb la finalitat de protegir el medi ambient atmosfèric existeixen una sèrie d'obligacions.

A escala Europea el 1999 es van treure dues directives, SED o PD sobre VOC's en funció de l'aplicació de la pintura, en el cas d'embarcacions, tractarem la directiva SED:

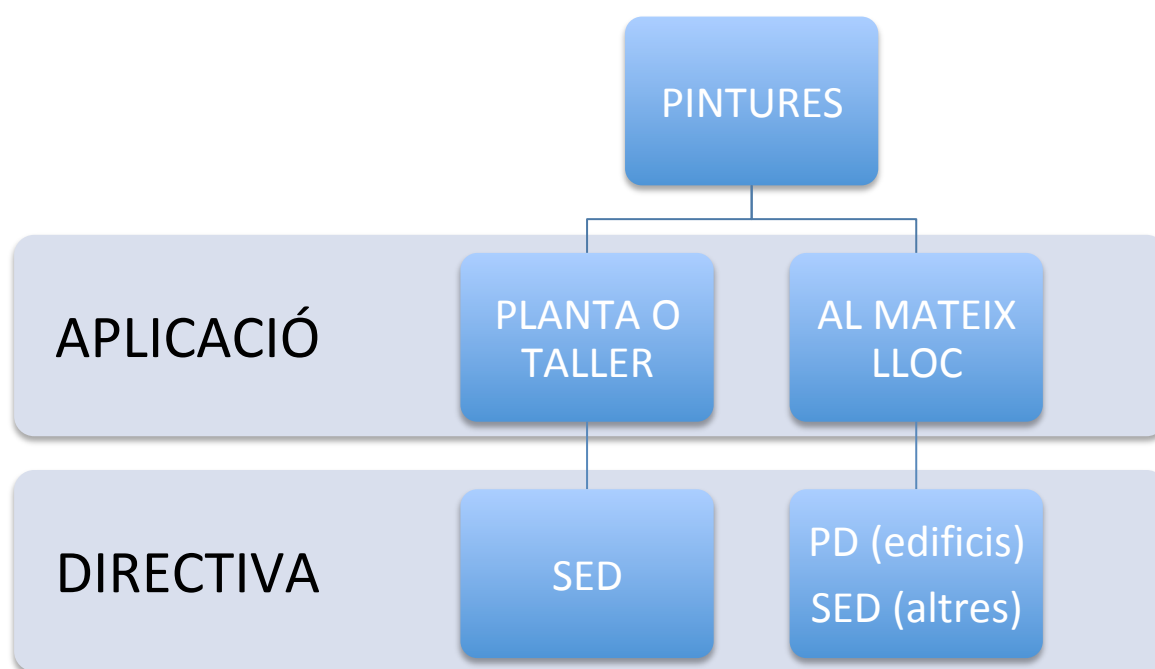


Figura 47. Directiva a aplicar en funció de l'aplicació de les pintures – Font: pròpia

Directiva SED: Directiva sobre emissions de dissolvents a la Unió Europea (directiva sobre emissions de dissolvents 1999/13/CE del consell relativa a la limitació de les emissions de compostos orgànics volàtils a causa de l'ús dissolvents orgànics en determinades activitats i instal·lacions a partir del 10/2007). Aquesta estableix el valor límit d'emissions per les instal·lacions que utilitzen dissolvents. Els processos de pintat que no es puguin dur a terme en llocs tancats com per exemple construcció de grans bucs, quedaran exclosos dels límits. Les instal·lacions amb emissions i consum de dissolvents per sota del valor estipulat en la directiva únicament hauran de registrar les seves activitats d'acord amb la normativa estipulada per les autoritats nacionals competents. Les altres instal·lacions hauran de reduir el seu ús de COV o reduir les seves emissions de COV mantenint la mitja anual de dissolvent contingut en les seves pintures per sota del límit percentual. També hauran de vigilar i informar sobre les seves emissions. Hauran de desenvolupar plans de gestió de dissolvents per demostrar els seus esforços. Les empreses poden dissenyar aquests plans de gestió de manera flexible, no obstant es faciliten algunes directrius en la mateixa directiva SED per facilitar la tasca.

<i>DISMINUCIÓ -></i>	<i>DISMINUIR EMISSIONS DE COV -></i>	<i>FILTRAR O CREMAR, SEGONS SIGUI NECESSARI</i>
<i>SENSE DISMINUCIÓ -></i>	<i>VIGILAR EMISSIONS DE COV -></i>	<i>NO ES NECESSARI NI EL FILTRAT NI EL CREMAT</i>

	REDUIR L'ÚS DE COV ->	ELEGIR SISTEMES DE PINTURA QUE COMPLEIXIN LA DIRECTIVA, A CONTINUACIÓ
	TOTAL D'EMISSIONS DE COV A L'ANY	CONTINGUT DE COV PERMÈS
	< 5 TONALADES	EXEMPT (SENSE LÍMIT)
	5-15 TONALADES	37,5%
	> 15 TONALADES	27,3%

Taula 4. Compliment de la directiva 99/13CE, disminuir, reduir o vigilar – Font: <https://www.hempelyacht.es/>

Real Decret 117/2003: Posteriorment la normativa Europea es veu reforçada a Espanya pel Real Decret 117/2003 que limita les emissions de COV obligant a les instal·lacions afectades a presentar anualment un balanç de dissolvents amb tota la informació necessària per:

- Demostrar el compliment dels valors límits d'emissió i la resta d'obligacions derivades, els requisits del sistema de reducció o de l'aplicació de les millors tècniques disponibles.
- Identificar noves opcions de reducció de consum com ara l'ús de productes amb baix contingut de dissolvents o exempts d'aquests.
- Facilitar a informació al públic sobre el consum de dissolvents, límits d'emissió i compliment de la Normativa.

Directiva 2010/75/UE: Aquesta estableix normes per tal de prevenir i controlar la contaminació a l'atmosfera, l'aigua i el terra, també per evitar la generació de residus procedents de grans instal·lacions industrials. Amb aquesta normativa s'intenta evitar també que en cas de contaminació aquesta es pugui estendre a altres medis i evitant-ne d'aquesta forma un mal major. Finalment també obliga a les autoritats competents a realitzar inspeccions regulars a les instal·lacions.

LEGISLACIÓ PER COMPOSTOS ORGANOESTÀNICS

Els compostos organoestànics són substàncies químiques contingudes en les pintures antiincrustants utilitzades pel pintat de l'obra viva de bucs. Aquests components actuen com a biocides i com a tals són molt tòxics pels organismes marins, raó per la qual han estat prohibits a molts països de la UE (Unió Europea).

L'OMI (International Maritime Organization) adopta el 2001 el Conveni Internacional sobre el control dels sistemes antiincrustants perjudicials en els bucs (Conveni AFS).

APLICACIÓ

- bucs que arborin el pavelló d'un país de la UE
- bucs que sense arborar un pavelló d'un país de la UE, operin sota l'autoritat d'un país de la UE
- bucs que entrin en un port d'un país de la UE, però no estiguin inclosos en els punts anteriors

RESTRICCIONS

- a partir de l'1 de juliol de 2003, no s'aplicaran compostos organoestànics que actuïn com a biocida en sistemes antiincrustants en bucs que arborin el pavelló d'un país de la UE
- a partir de l'1 de gener de 2008, cap buc que entri en un port d'un país de la UE podrà portar un revestiment de compostos organoestànics que actuïn com a biocides o portaran una segona capa que formi una barrera contra la lixiviació d'aquests compostos presents en els sistemes antiincrustants no autoritzats.

RECONeixAMENT I CERTIFICACIÓ

Bucs que arborin bandera de UE.

- els bucs d'arqueig brut igual o superior a 400 se sotmetran a uns reconeixements i prescripcions de certificació independentment del caràcter del viatge
- els bucs amb eslora igual o superior a 24 metres i d'arqueig brut inferior a 400 hauran de portar simplement una declaració de conformitat d'acord amb el reglament o el conveni AFS
- pel que fa a bucs inferiors a 24 metres d'eslora o embarcacions recreatives o de pesca, no s'ha previst cap reconeixement o certificació.

MODIFICACIÓ DE LES RESTRICCIONS

El reglament (CE) n°536/2008 de la Comissió, que modifica el reglament original, estableix com hauran de complir les restriccions els bucs que arborin un pavelló d'un país de fora de la UE.

- els bucs que arborin pavelló d'un Estat que és part del conveni AFS hauran de mostrar la seva conformitat mitjançant un certificat internacional de sistemes antiincrustants.
- els bucs que arborin pavelló d'un Estat que no és part del conveni AFS tindran una declaració de conformitat expedida per l'estat del pavelló pel que fa a la conformitat amb el conveni AFS i amb el comitè per a la protecció del medi ambient marí (CPMM) de l'OMI.

Figura 48. Legislació del Conveni AFS – Font pròpia

4.2 El pintat

Un cop tenim la superfície que volem pintar preparada hem de seleccionar els materials més adients per l'aplicació de la pintura en qüestió i en la quantitat de pintura necessària com podrem veure tot seguit.

4.2.1 Els utensilis

Les eines que s'analitzaran en aquest treball, són el pinzell, el corró, el paint pad i la pistola de pintura.

PINZELL

El pinzell és molt útil per tal d'aconseguir que la pintura penetri bé en el substrat, si aquest s'utilitza correctament, es poden aconseguir resultats molt bons.

CORRÓ

L'avantatge del corró és que es pot treballar ràpidament, però no tots els corrons són resistents als dissolvents més forts i per tant algunes pintures no permeten l'aplicació amb aquest.

PAINT PAD

És una eina que serveix per donar l'acabat final, aquesta permet deixar un acabat molt professional i llis de la pintura prèviament aplicada amb corró o pinzell.

PISTOLA

Aquest mètode és el que proporciona el millor acabat de tots, però requereix una habilitat i pràctica molt més gran que tots els altres mètodes. Existeixen dos tipus de pistola, les que funcionen amb aire i les que funcionen per pressió.

La temperatura ideal per la utilització d'aquest mètode són 15 °C i sense vent.

Per tal d'escollir el sistema apropiat caldrà fer-se una sèrie de preguntes:

- ¿De quin material està fet el casc?
- ¿Pintaré obra viva o obra morta?
- ¿És per manteniment o per reparació? Amb quines pintures estava pintat?
- ¿És per un ús d'alt rendiment o convencional?
- ¿Amb quines eines puc o vull treballar?

Per saber quin s'adequa més a la tasca que es vol dur a terme també caldrà saber quin gruix es requereix i quina superfície cal pintar.



Figura 49. Imatge d'un pinzell - Font: www.ferreteriavalls.com/



Figura 50. Foto d'un corró - Font: www.ferreteriavalls.com/



Figura 51. Foto d'un paint pad - Font: www.ferreteriavalls.com/

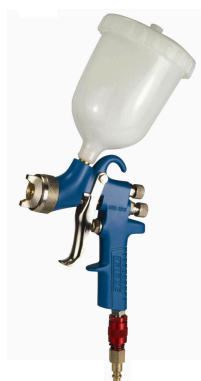


Figura 52. Foto d'una pistola de pintura - Font: www.ferreteriavalls.com/

A continuació s'exposa mitjançant la Taula 5 el rendiment pràctic, el temps emprat per pintar una superfície, la qualitat de l'acabat i la facilitat d'ús en funció dels mètodes utilitzats i explicats anteriorment.

MÈTODE	RENDIMENT PRÀCTIC (m^2)	TEMPS EMPRAT (velocitat)	ACABAT (qualitat)	FACILITAT D'ÚS (per gent no experta)
PISTOLA AMB AIRE	60-80 %	✓✓	✓✓	✗
PISTOLA SENSE AIRE	50-70 %	✓✓	✓✓	✗

CORRÓ	80-90 %	✓	✗	✓
PINZELL	80-90%	✗	✗	✓
PAINT PAD	80-90 %	✗	✓	✓

✗	DOLENT	✓	BO	✓✓	MOLT BO
---	--------	---	----	----	---------

Taula 5. Rendiments pràctics (m^2), temps emprat, acabats i facilitat d'ús dels mètodes de pintat d'embarcacions. – Font pròpia

4.2.2 Càlcul de la superfície a pintar

Amb la finalitat d'estimar de la millor manera la quantitat de pintura necessària per a realitzar el pintat de l'obra viva de qualsevol embarcació s'utilitzen una sèrie de fórmules per calcular de la forma més aproximada la superfície total d'aquesta.

Llegenda:

LOA = Eslora
 LWL = Eslora en la línia de flotació
 B = Manega
 D = Calat
 F = Francbord

Figura 53. Llegenda –
 Font: www.nauticadvisor.com/

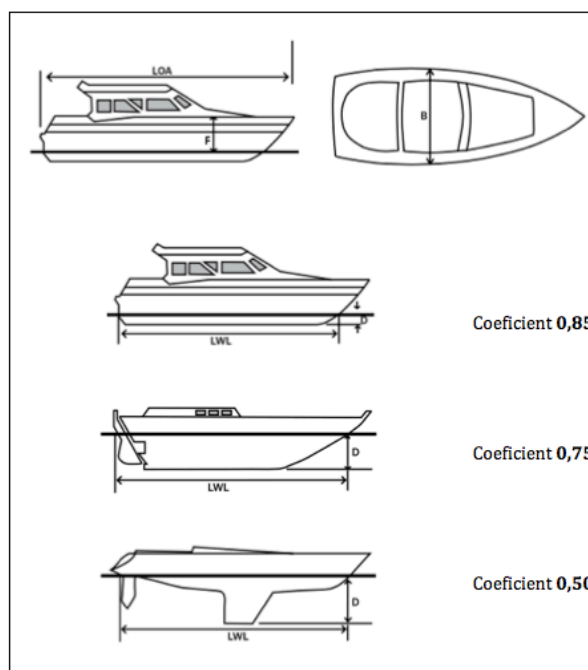


Figura 54. Coeficients de forma de les embarcacions –
 Font: www.nauticadvisor.com/

Formules per calcular la superfície a pintar:

$$LWL \times (B + D) \times 0,85 = FONS$$

$$LWL \times (B + D) \times 0,75 = FONS$$

$$LWL \times (B + D) \times 0,50 = FONS$$

Figura 55. Formules per calcular la superfície a pintar de l'embarcació - Font: www.nauticadvisor.com/

Conversions:

$$1 \text{ peu} = 0.305 \text{ metres}$$

$$1 \text{ UK galó} = 4.546 \text{ litres}$$

$$1 \text{ metres} = 3.281 \text{ peus}$$

$$1 \text{ litre} = 0.22 \text{ UK galó}$$

$$1 \text{ peu}^2 = 0.093 \text{ metres}^2$$

$$1 \text{ US galó} = 3.785 \text{ litres}$$

$$1 \text{ metre}^2 = 10.765 \text{ peus}^2$$

$$1 \text{ litre} = 0.264 \text{ US galó}$$

Figura 56. Imatge de les equivalències - Font: www.nauticadvisor.com

Fórmula per calcular els litres necessaris d'antiincrustant:

$$\text{Litres necessaris} = \frac{\text{Superfície total de l'obra viva}}{\text{Rendiment pràctic per m}^2 \text{ de pintura}}$$

Figura 57. Fórmula per calcular els litres necessaris d'antiincrustant - Font: www.nauticadvisor.com

EXEMPLE:

Càlcul de la quantitat de pintura antiincrustant necessària per pintar un velar amb pistola d'aire de les següents característiques:

LOA: 10 metres; LWL: 10,5 metres; B: 3,5 metres; D: 2,2 metres; F: 1,5 metres

Formula a utilitzar segons la forma de l'embarcació: $LWL \times (B + D) \times 0,50 = FONS$

Càlcul de la superfície total de l'obra viva: $10,5 \times (3,5 + 2,2) \times 0,50 = 29,93 \text{ m}^2$

Rendiment pràctic de la pintura antiincrustant escollida amb pistola sense aire segons el fabricant:

$$3,66 \text{ m}^2/L$$

Formula a utilitzar per al càlcul dels litres necessaris d'antiincrustant:

$$L = \frac{\text{Superfície total de l'obra viva}}{\text{Rendiment pràctic per m}^2 \text{ de pintura}}$$

Càlcul dels litres necessaris d'antiincrustant:

$$\frac{29,93}{3,66} = 8,18 \text{ L}$$

Segons els resultats obtinguts necessitarem 8,18L per cada capa i el fabricant ens recomana 2 capes.

Així doncs els litres totals necessaris per pintar l'obra viva del nostre veler seran:

$$8,18 \times 2 = 16,36 \text{ L}$$

4.2.3 Tipus de pintura

En el mercat podem trobar pintures d'un o dos components, tal com ja indica el mateix nom, la pintura d'un component és aquella que ja ve preparada per obrir el pot i pintar, d'altra banda la pintura de dos components, és aquella que consta d'un pot A i un pot B els quals s'hauran de barrejar en una certa proporció especificada normalment en el recipient pel fabricant. Aquest segon pot (pot B) és un catalitzador, que no és res més que un additiu que afegim i que farà que la pintura s'endureixi en un període de temps breu que anomenarem vida útil, aquest sol variar entre 2 i 4 hores en funció de la proporció de catalitzador que afegim a la barreja i la temperatura ambient.



Figura 58. Imatge d'una pintura antiincrustant de matriu dura d'un component - Font: www.pinturas-online.com



Figura 59. Imatge d'una pintura de dos components on podem veure el recipient de pintura a la part inferior i el recipient del catalitzador a la part superior - Font: www.pinturas-online.com

Quina pintura escollir?

- Productes d'un component (fàcils i ràpids d'aplicar).
- Productes de dos components (més difícils d'aplicar, però de més qualitat).

4.2.4 Components d'una pintura

Una pintura consta d'una gran varietat de components o subproductes, tals com:

COMPONENTS	DESCRIPCIÓ
PIGMENTS	Materials en forma de pols que aporten el color i l'opacitat.
AGLUTINANTS	Líquids o sòlids encarregats de retenir els pigments un cop s'ha format la pel·lícula.
DISSOLVENTS	Substàncies encarregades de la dissolució de l'aglutinant en el cas que aquest sigui sòlid, i fluïdificar-lo en el cas que sigui líquid.
CARREGUES	S'utilitzen per donar característiques particulars a una pintura (aconseguir duresa, millorar-ne l'adherència...).
BIOCIDES	En el cas de pintures antiincrustant trobarem aquest altre component (biocida) que és l'encarregat d'eliminar o evitar el desenvolupament d'organismes vius.
ADDITIUS	<p><u>Plastificants</u>: l'efecte del plastificant és fer que el material que s'agrega sigui més mal·leable i adquireixi una major plasticitat. La concentració d'aquest sol ser molt baixa.</p> <p><u>Dispersants</u>: faciliten la dispersió dels pigments durant la fabricació.</p> <p><u>Secants</u>: Acceleren el temps d'assecatge i enduriment</p> <p><u>Estabilitzants</u>: Eviten gelificacions o formacions de pell a l'interior del pot</p> <p><u>De superfície</u>: Per regular el grau de brillantor, extensibilitat...</p>

Taula 6. Components d'una pintura – Font pròpia

4.2.5 Propietats generals d'una pel·lícula de pintura

Les pintures protectores han de presentar una tolerància als defectes de preparació de la superfície, facilitat d'aplicació amb els diferents mètodes, aptitud per a l'assecatge/curat adequat i ràpid en les diferents condicions ambientals, complir les exigències en servei i facilitat de reparació de les zones que resultin danyades.

Així doncs les propietats principals han de ser:

- Bona resistència a l'aigua i baixa absorció.
- Resistència a la transferència de vapor d'aigua, molt important en els casos en què el substrat és de naturalesa metàl·lica.

- Resistència a la transferència de ions (clorur, sulfat, carbonat...) que poden iniciar o accelerar els processos de corrosió.
- Resistència al fenomen de l'osmosi.
- Resistència a la intempèrie, sobretot als raigs UV de la llum solar.
- Resistència als agents químics.
- Elevada adhesió seca i humida de la pel·lícula.
- Resistència a l'abrasió.
- Elasticitat o capacitat d'elongació. Els substrats en general i molt particularment els metàl·lics, presenten alts coeficients d'expansió lineal i volumètrica. En el cas que la pintura en qüestió no tingui el suficient coeficient d'elasticitat se l'incorpora un plastificant per tal d'aconseguir el coeficient de Young desitjat sense disminuir excessivament la duresa d'aquesta.
- Resistència als bacteris i fongs. Per tal d'aconseguir-ho s'incorporaran bactericides i fungicides.

4.2.6 Aplicació de la pintura segons el substrat

Avui dia podem trobar diferents materials emprats per a la construcció d'embarcacions, entre ells els més freqüentment utilitzats són:

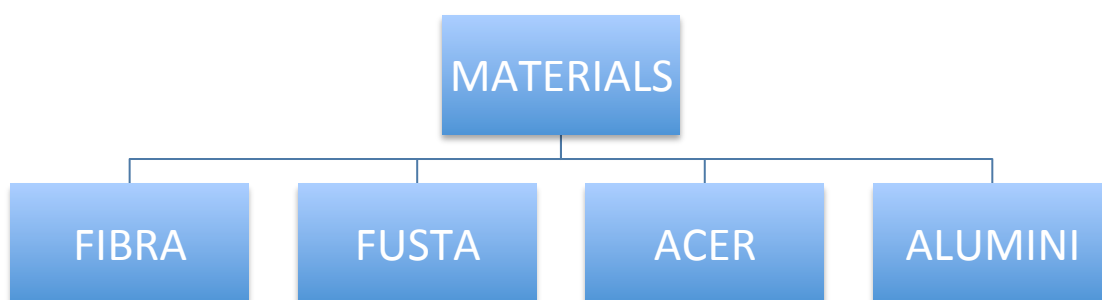


Figura 60. Esquema dels materials habituals emprats per a la construcció d'embarcacions – Font pròpia

FIBRA

Els cascs de fibra solen estar recoberts per una capa de gelcoat (material utilitzat per donar un acabat d'alta qualitat a materials fets amb fibra) que permet aïllar la fibra dels raigs ultraviolats i la humitat, si ens trobem en una situació en la qual posem i treiem l'embarcació de l'aigua diàriament, no caldrà que pintem l'obra viva, d'altra banda si aquesta queda a l'aigua, haurem de pintar-la amb antiincrustant, per protegir el casc de les incrustacions i també de la possible penetració de la humitat, que podria acabar derivant en osmosi, problema del qual entrarem en detall més endavant.

FUSTA

Els cascs de fusta també tenen un tractament especial, com ja sabem, la fusta és un material orgànic i com a tal és biodegradable i forma part de l'alimentació per a molts organismes marins que indueixen a aquesta a la putrefacció. La fusta absorbeix grans quantitats d'humitat que provoca contraccions i dilatacions naturals en aquesta, dificultant-ne l'adherència de la pintura i obligant a realitzar una preparació de la superfície prèvia al pintat, caldrà doncs analitzar bé el tipus de fusta que pintarem per seleccionar una pintura d'un component, més elàstica o una de dos components més rígida, també cal remarcar que a l'hora de pintar una fusta la humitat d'aquesta no pot superar el 16%.

ACER

Els cascos d'acer, han de ser tractats amb especial cura pel fet que el medi marí és extremadament corrosiu per aquest material. Les pintures antiincrustants a part d'evitar les incrustacions d'organismes a l'obra viva també evitaran la corrosió, en estar l'acer protegit del contacte directe amb l'oxigen o el contacte amb un altre metall mitjançant l'aigua del mar (electròlisi).



Figura 61. Imatge del pintat d'una embarcació d'acer - Font: www.fondear.org

ALUMINI

Els cascs d'alumini tenen un tractament especial respecte a la pintura antiincrustant utilitzada, ja que els biocides que s'utilitzen principalment tenen una base de coure i aquest en contacte amb una superfície d'alumini indueix a una corrosió galvànica que oxidaria el casc, així doncs, haurem de seleccionar un antiincrustant especial per a cascs d'alumini que simplement canvia la seva composició i n'elimina el coure.



Figura 62. Imatge d'una embarcació d'alumini - Font: www.nauticexpo.es/

4.2.7 Procés d'aplicació de la pintura segons substrat

FIBRA DE VIDRE

En el cas de la fibra de vidre si aquesta ja ha estat pintada prèviament, caldrà fer un pas previ de manteniment eliminant la pintura mal adherida o esquerdada per començar amb tot el procés, a continuació deixem l'esquema del procés, Figura 63.

Si la pintura anterior es troba en bon estat, es pot pintar directament sobre d'aquesta sense necessitat d'eliminar-la i tornar a posar imprimació o massilla. Caldrà però assegurar-se de la compatibilitat de les pintures.

Preparació de les superfícies:

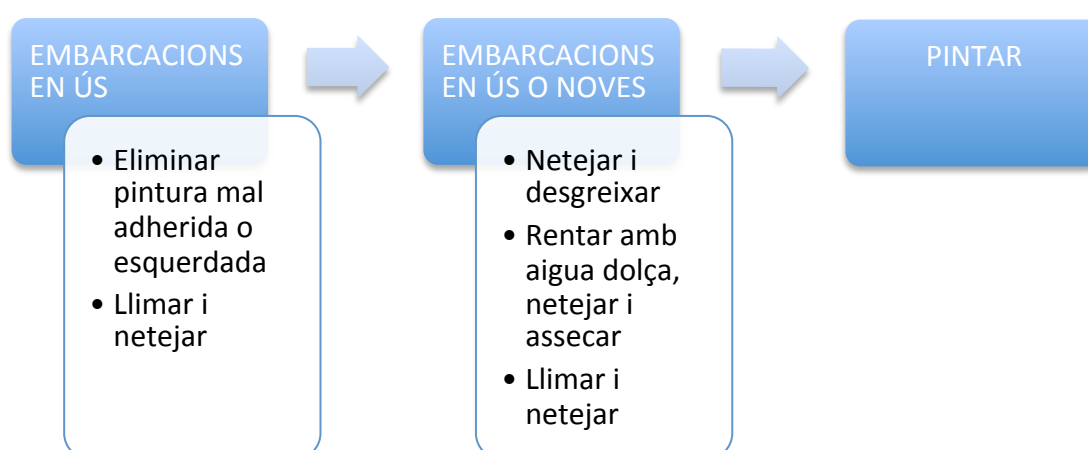


Figura 63. Esquema del procés de preparació d'una superfície de fibra - Font pròpia

FUSTA

La fusta és un material que ha estat utilitzat per a la construcció d'embarcacions des de fa molts anys. Aquesta és un material orgànic i natural que en ambients marins pot patir problemes com la putrefacció. En absorbir grans quantitats d'humitat aquesta es dilata i es contrau provocant problemes d'adherència a les pintures i quartejament d'aquestes si no són suficientment flexibles. Així doncs, per tal de protegir la fusta, és necessari realitzar una correcta preparació de la superfície i aplicar-hi l'esquema de pintura adequat.

Tipus de fusta:

Com ja sabem existeixen molt tipus de fustes i cadascuna amb propietats molt diverses, es divideixen en:

- Nobles i dures

Roure

Caoba

Teca

Iroko

- Toves

Conífers

L'esquema de pintat final per la fusta quedaria de la següent forma.

Preparació de la superfície:

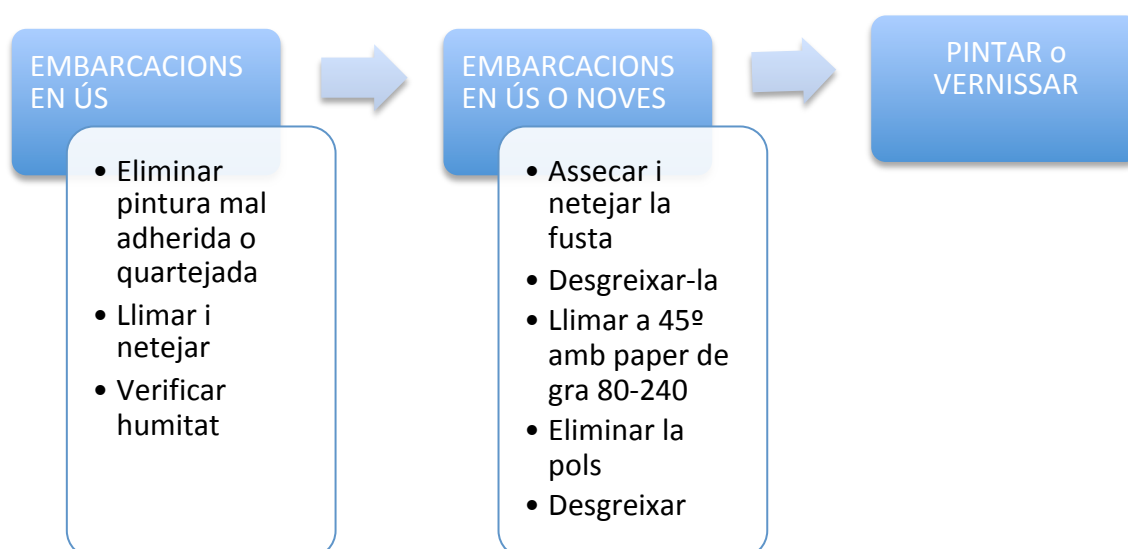


Figura 64. Esquema del procés de preparació d'una superfície de fusta - Font pròpia.

ACER

L'acer és un material molt utilitzat per la construcció d'embarcacions per la seva duresa, resistència, facilitat de producció, manejabilitat i impermeabilitat. Aquest, ha de ser pintat per tal de proporcionar-li una protecció anticorrosiva i un acabat estètic.

Preparació de la superfície:

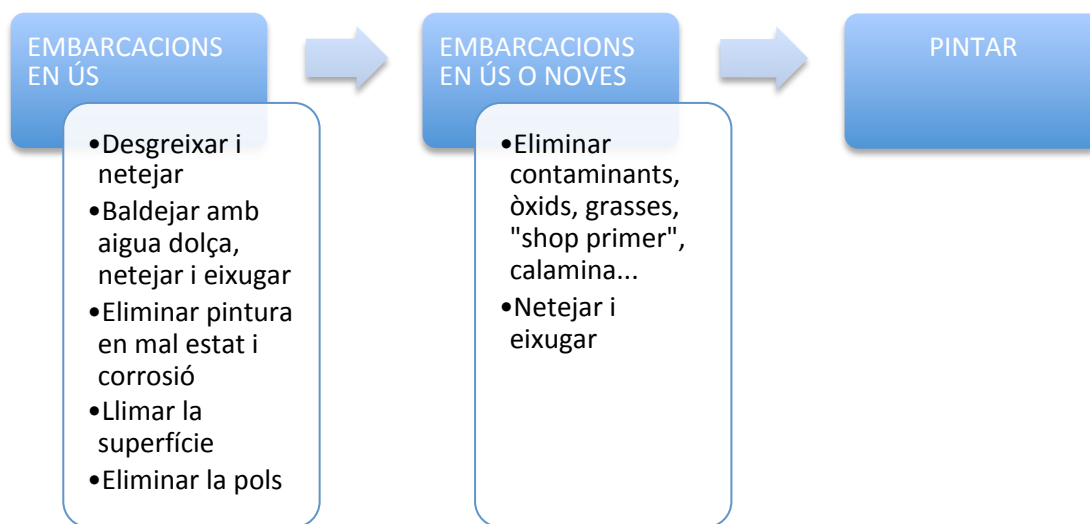


Figura 65. Esquema del procés de preparació d'una superfície d'acer - Font pròpia

Embarcacions en ús:

L'acer prèviament pintat pot presentar els mateixos contaminants que un acer nou, excepte la calamina. En els pintats de manteniment se solen trobar superfícies brutes de contaminants, corroïdes i zones recobertes de pintura en bon o mal estat, la pintura en bon estat s'haurà de netejar superficialment mentre que la pintura en mal estat haurà de ser eliminada completament.

Embarcacions en ús o noves:

- Eliminar contaminants com: òxids i altres subproductes de la corrosió, sals i contaminants atmosfèrics, grasses, brutícia...
- Esmenar defectes de construcció com: cantonades vives, esquerdes, exfoliacions, cordons irregulars de soldadura...
- Eliminar la pellofa de la laminació o calamina

Aquesta neteja té com per finalitat aconseguir la millor adherència possible entre la pintura i l'acer impedint d'aquesta forma la formació de corrosions prematures.

Preparació de superfícies d'acer amb "Shop Primer"

És bastant freqüent que les planxes d'acer noves se subministrin de fàbrica imprimades amb una protecció temporal anomenada "Shop Primer". Aquesta capa no forma part de l'esquema de pintat i per tant haurà de ser eliminada abans de procedir al pintat.

Per a l'eliminació d'aquesta, se seguiran els següents passos:

- Sorrejat abrasiu de grau Sa 2 ½ deixant el metall blanc i eliminació dels residus.
- Després d'una hora del sorrejat, aplicar una imprimació temporal per tal que les zones acabades de sorrejar no s'oxidin.

ALUMINI

L'alumi en un material lleuger i fort, que no es corroeix amb contacte amb l'aigua, per tant és molt adequat per la construcció naval. Aquest està rodejat per una capa d'òxid que el protegeix però pot ser fàcilment deteriorada, perquè és molt prima o fins i tot pot ser atacada per les sals que contenen l'aigua del mar. Amb l'absència de la capa d'òxid, l'alumi és descompondrà ràpidament si es produeixen corrosions galvàniques, aquestes se solen produir en ambients humits si l'alumini està en contacte amb ferro, llautó, coure o acer inoxidable.

És molt important protegir la superfície de l'alumini amb imprimacions impermeables o amb tractaments anòdics. A més a més les pintures que s'utilitzin no poden contenir compostos metàl·lics com òxids de coure que es troben en la majoria dels antiincrustants, ja que podrien reaccionar amb l'alumini o compostos de tiocianat de coure que són menys agressius però també poden reaccionar amb l'alumini.

Preparació de la superfície:

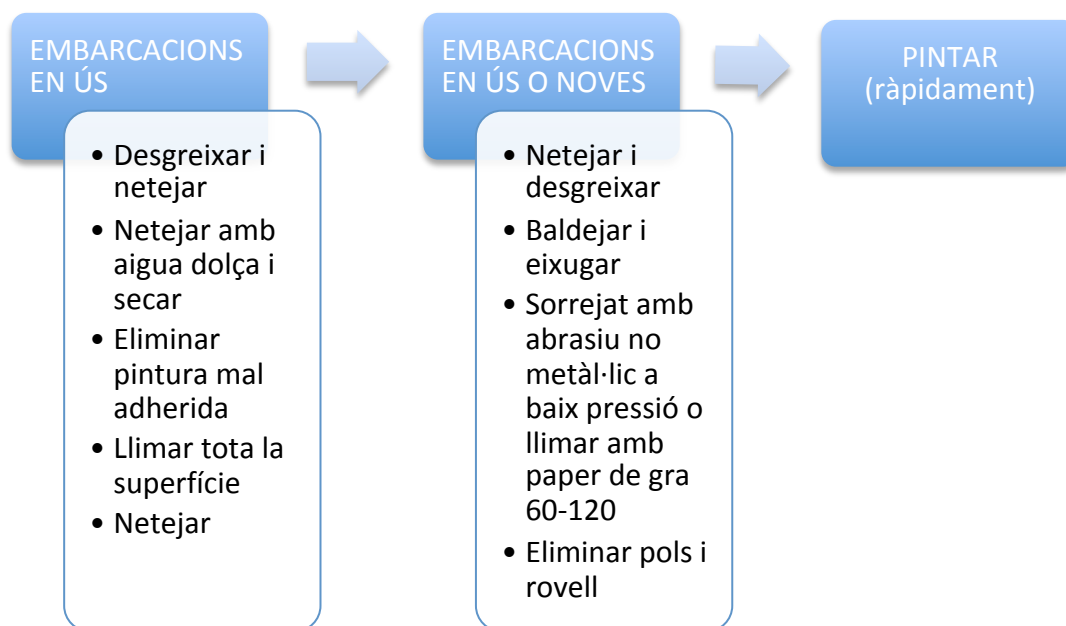


Figura 66. Esquema del procés de preparació d'una superfície d'alumini - Font pròpia

Embarcacions en ús o noves:

Normalment les superfícies d'alumini i acer galvanitzat porten una capa d'òxid que inhibeix l'adherència de pintures. En el cas de l'alumini la capa d'òxid, encara que el gruix no sigui més d'unes micres, és molt dura i difícil d'eliminar, per això es realitza el sorrejat.

4.2.8 Segons zona a pintar

En funció de la zona en la qual pintem també es veurà modificat l'esquema de pintat, les zones com les quilles i les orses, l'hèlix, els eixos o inclús les cues dels motors fora borda tenen diferents materials base o necessitats diferents que el casc de l'embarcació, així doncs hauran de tractar-los de diferent forma que el casc.

A continuació explicarem la metodologia a seguir en funció de cada zona:

QUILLES I ORSA

Les quilles i les orses solen ser de plom, ferro o acer, per tant, estan sotmeses a l'acció corrosiva constant del mar. Així doncs hauran de ser tractades amb molta precaució i preparar curosament la superfície a l'hora d'aplicar l'esquema de pintat. Moltes embarcacions noves estan segellades amb fibra de vidre i gelcoat, per tant s'hauran de tractar com qualsevol altra superfície de fibra de vidre.

Preparació de la superfície:

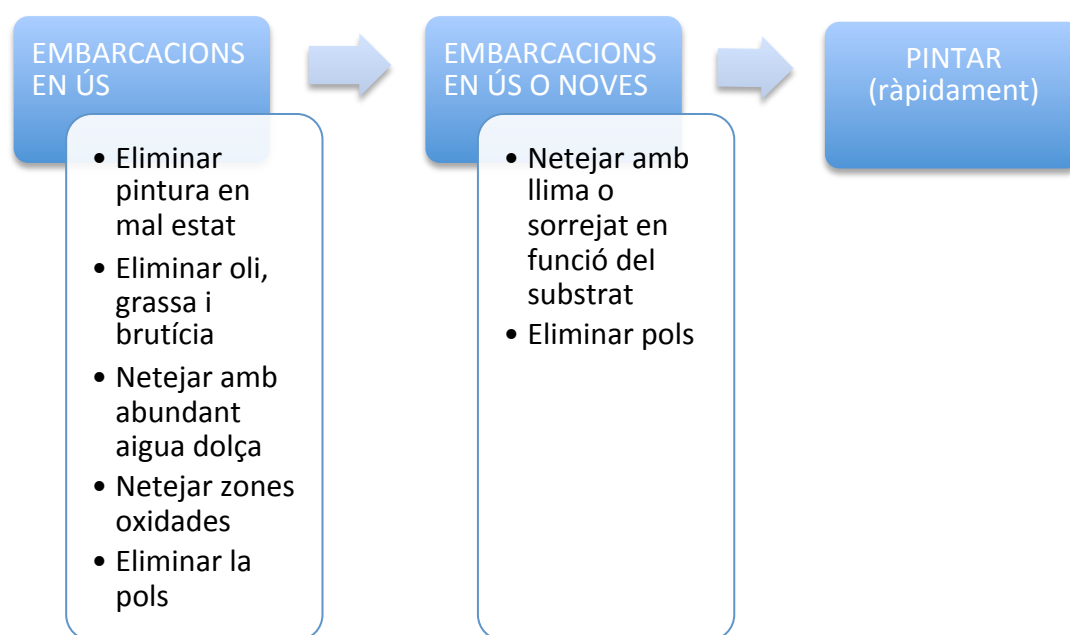


Figura 67. Esquema del procés de preparació d'una quilla i/o orsa - Font pròpia

Embarcacions en ús:

- Revisar les capes existents de pintura.

- Eliminar la pintura en mal estat o mal adherida mitjançant sorrejat abrasiu o disc abrasiu. Si la pintura en mal estat està molt localitzada, es pot eliminar mitjançant rascat o llimat.
- Eliminar l'oli, grassa i brutícia.
- Rentar amb abundant aigua dolça. Les sals i altres contaminants hauran de ser eliminats amb aigua a pressió.
- Les zones oxidades s'hauran de tractar amb tela esmeril o raspall de pues metàl·liques.
- Eliminar la pols.
- Un cop s'han eliminat totes les capes de pintura existent, es procedirà a pintar d'acord a l'especificat per l'obra nova.
- En cas d'un pegat, s'haurà d'aplicar immediatament una capa d'imprimació per tal d'evitar que la superfície s'oxidi.

Embarcacions en ús o noves:

PLOM

- Netejar el substrat sense pintar.
- Rentar amb abundant aigua dolça.
- Llimar amb paper de gra 60 a 80 eliminant qualsevol mena d'òxid .
- Eliminar la pols.
- Aplicar immediatament la primera capa d'imprimació per tal que no torni a oxidar-se amb l'aire.

FERRO I ACER

- Sorrejat abrasiu de grau Sa 2 ½. Si no es disposen de les eines adequades, es pot llimar amb l'ajut d'un disc abrasiu.
- Eliminar la pols.

HÈLIX, EIXOS I CUES

El pintat de les cues i hèlix de les embarcacions és tant o més important que la del casc pel fet que aquestes zones solen ser de bronze o alumini i són susceptibles a les incrustacions o corrosió.

Per pintar aquestes zones es realitzarà amb pintures especials en esprai, amb la finalitat d'aconseguir una capa molt fina i assegurar-ne la bona adhesió.

Trobem dos tipus:

- Autopulimentable, enfocada per l'hèlix i apta també per cues.
- Vernís autopulimentable, per l'ús en cues.

El bronze i l'alumini són els materials més utilitzats per aquest tipus de peces. Aquestes s'han de protegir adequadament, ja que si no el rendiment de l'embarcació es podria veure molt afectat.

A causa de la gran fricció amb l'aigua, és difícil assegurar l'adherència de la pintura, per tant s'haurà de preparar la superfície a pintar de forma molt més curosa.

Preparació de la superfície:

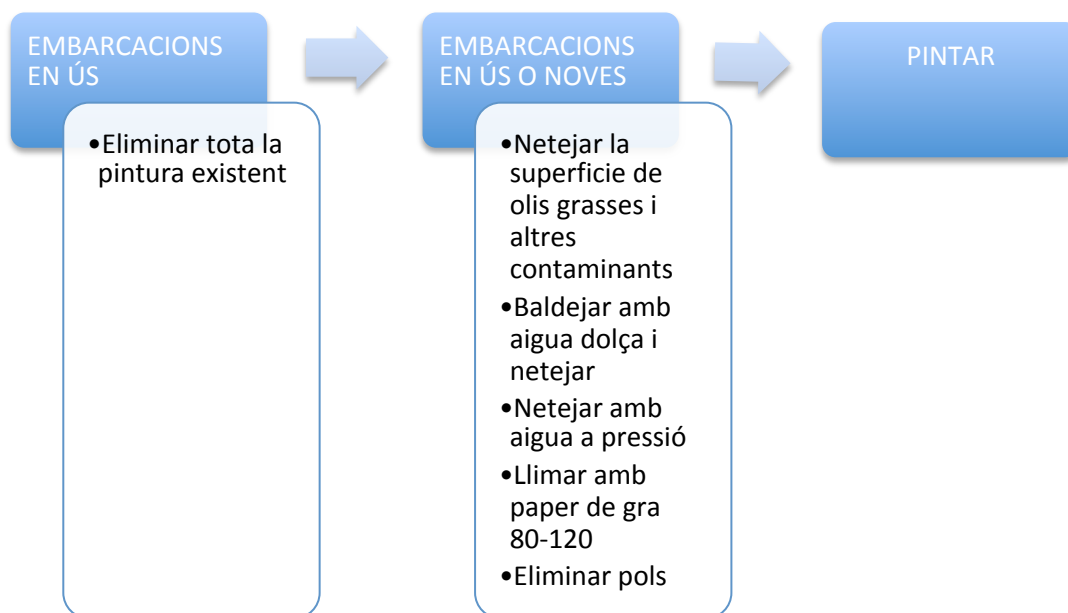


Figura 68. Esquema del procés de preparació d'una hèlix, eix o cua - Font pròpia.

Embarcacions en ús o noves:

- Per al repintat és aconsellable eliminar tota la pintura existent per tal d'assegurar-se d'una millor adherència de l'esquema de pintat a la zona d'alta turbulència i fricció amb l'aigua.

MOTORS FORA BORDA

Els motors necessiten pintures de fàcil aplicació i que els protegeixin contra l'agressió de l'ambient corrosiu del mar.

Preparació de la superfície:

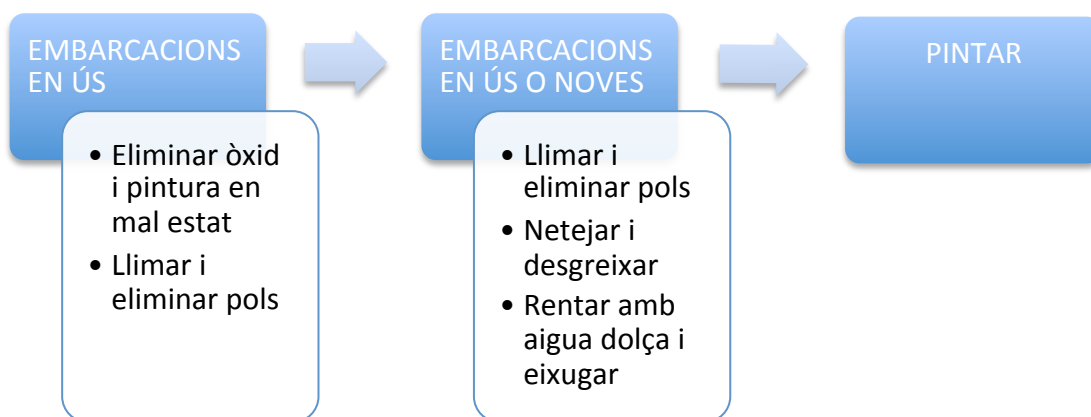


Figura 69. Esquema del procés de preparació d'un motor intra o fora borda - Font pròpia.

4.3 L'acabat

Un cop pintada l'obra viva i les zones sensibles caldrà esperar que la pintura s'assequi completament, és a partir d'aleshores que podrem fer una última revisió visual per comprovar que la pintura és uniforme en tot el casc i no queden irregularitats, sobretot en les zones on descansa l'embarcació.

Un cop realitzada l'última capa de pintura, tindrem un cert termini de temps estipulat pel fabricant per posar l'embarcació a l'aigua abans que l'antiincrustant comenci a perdre les seves propietats, en el cas que aquest termini expiri s'hauria de llimar l'obra viva per eliminar la primera capa d'antiincrustant i si hagués passat molt temps, també caldria repintar l'última capa.



Figura 70. Embarcació després del pintat de l'antifouling - Font pròpia

Un cop pintada l'embarcació fem la comparativa entre l'abans i el després:



Figura 71. Embarcació sortint de l'aigua després de la temporada (esquerra). Embarcació entrant a l'aigua després del pintat (a la dreta) – Font pròpia

Ara doncs serà el moment per plantejar-se l'ús d'un sistema complementari per evitar-ne les incrustacions o algun sistema de neteja dintre l'aigua per tal d'intentar mantenir l'embarcació el màxim de neta possible sense necessitat de treure-la altre cop de l'aigua.

4.3.1 Gruixos de la pel·lícula de pintura

Durant el procés de pintat o en acabat d'assecar la capa o capes de pintura, es poden mesurar les espessors de la pel·lícula amb l'ajut de galgues (pel·lícules humides) o mesuradors electrònics (pel·lícules seques). Quan parlem de gruixos en capes de pintura, sempre parlarem de micres (1/1000 mm). Per mesurar aquests gruixos tan prims, s'utilitzen uns aparells especials capaços de mesurar micres.



Figura 72. Galgues per mesurar gruixos de pintura de forma analògica y electrònica -
Fonts: <https://www.pce-instruments.com> / <https://www.elcometer.com>

Aquest gruix es veurà molt influenciat pel volum de sòlids que contingui la pintura en qüestió, perquè cada una tindrà una proporció diferent de dissolvent cosa que reduirà més o menys el gruix de la pel·lícula seca resultant.

També pot influenciar el gruix de les nostres capes de pintura:

- La rugositat de la superfície.
- La porositat de la superfície.
- La temperatura ambient.
- L'addició de dissolvent.
- Segons el mètode d'aplicació, a partir dels quals s'han demostrat mitjançant experiència pràctica els següents gruixos de pel·lícula seca per cada capa.
 - Corró d'espuma: 20-40 micres
 - Corró de pèl curt: 40-60 micres
 - Tampó: 30-60 micres

- Pinzell: 40-60 micres
- Pistola aerogràfica: 30-100 micres
- Pistola sense aire: 50-200 micres

CAPÍTOL 5. PROBLEMES COMUNS D'UN MAL PINTAT

A continuació presentarem alguns dels problemes més comuns derivats d'un mal pintat, ja siguin per una mala preparació de la superfície o una mala aplicació de la pintura i les conseqüències.

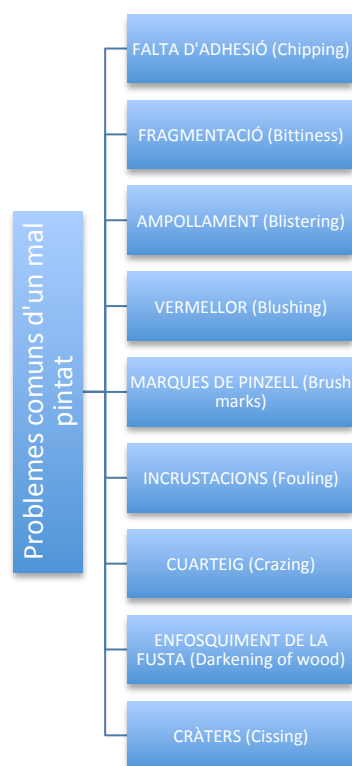


Figura 73. Problemes comuns derivats d'un mal pintat - Font pròpia.

Falta d'adhesió (Chipping), també conegut com a descamació o deslaminació. Per tal d'evitar-ho cal assegurar-se que la superfície a pintar està totalment neta, seca i correctament preparada segons les especificacions de la pintura a aplicar. També pot donar-se per l'ús excessiu de massilla o l'aplicació d'una capa molt gruixuda de pintura. Cal assegurar-se de seguir els temps entre capes de pintura i regular l'ús de massilles i pintura.



Figura 74. Falta d'adhesió (Chipping) - Font: <https://international-yachtpaint.com/>

Fragmentació (Bittiness), causada principalment per la pols o brutícia provinent de l'ambient o dels pinzells. Per tal d'evitar-ho cal netejar la superfície abans del llimat i després d'aquest, també cal assegurar-se que la superfície no es contamina durant la fase de curat i que els instruments utilitzats estan nets.

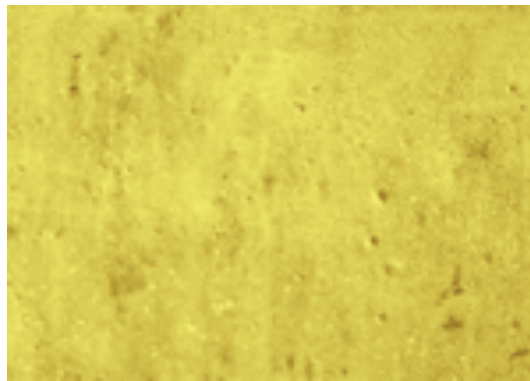


Figura 75. Fragmentació (Bittiness) - Font: <https://international-yachtpaint.com/>

Ampollament (Blistering), causades principalment per la retenció d'aire, humitat o dissolvent entre la superfície i la pintura. Aquest pot acabar produint osmosis.

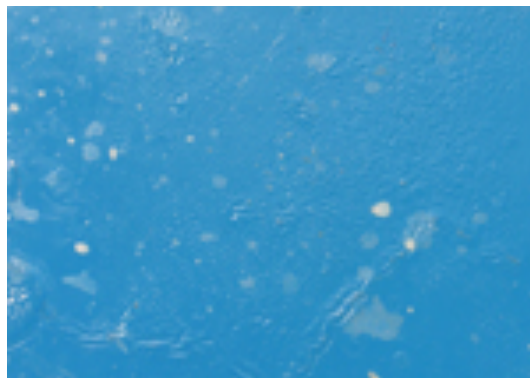


Figura 76. Ampollament (Blistering) - Font: <https://international-yachtpaint.com/>

Vermellor (Blushing), se sol donar en les resines epoxi, cal tenir especial cura que la superfície pintada no és exposada a humitat o condensació durant les últimes etapes de l'assecatge, i que la barreja de dissolvent és correcta.



Figura 77. Vermellor (Blushing) - Font: <https://international-yachtpaint.com/>

Marques de pinzell (Brush marks), més comú en pintures de dos components, cal assegurar-se que la viscositat de la mescla és la correcta abans d'aplicar-la i que el producte utilitzat està dintre la vida útil.



Figura 78. Marques de pinzell (Brush marks) - Font: <https://international-yachtpaint.com/>

Incrustacions (Fouling), per evitar-ho cal assegurar-se que s'ha aplicat la correcta quantitat d'antiincrustant tal com s'indica a la fitxa tècnica del producte.



Figura 79. Incrustacions (Fouling) - Font: <https://international-yachtpaint.com/>

Quarteig (Crazing), cal evitar l'ús dels dissolvents forts en els recobriments convencionals, ja que aquests poden penetrar provocant-ne el quarteig.



Figura 80. Quarteig (Crazing) - Font: <https://international-yachtpaint.com/>

Enfosquiment de la fusta (Darkening of wood), cal assegurar-se que la capa de vernís està completament segellada per tal que l'aigua no penetri per sota d'aquesta enfosquint-ne la fusta.



Figura 81. Enfosquiment de la fusta (Darkening of wood) - Font: <https://international-yachtpaint.com/>

Cràters (Cissing), cal assegurar-se que la superfície està completament neta de cera, grassa i de la transpiració de les mans, abans de l'aplicació de la primera capa de pintura.



Figura 82. Cràters (Cissing) - Font: <https://international-yachtpaint.com/>

5.1 L'osmosi

A continuació es parlarà de l'osmosi, explicant que és, com es detecta, com és pot tractar quan aquesta apareix i els tipus de prevencions que hem de prendre per mirar d'evitar-la.

5.1.1 ¿Que es l'osmosi?

Encara que la fibra de vidre sigui un material molt resistent està exposada al deteriorament pels efectes de l'ambient marí, la intempèrie i els defectes del casc, que permeten que l'aigua del mar penetri a l'interior del laminat a través del "gelcoat", que actuarà com a membrana semipermeable per un procés anomenat osmosis.

L'osmosi és un procés físic molt extens en la naturalesa i que aplicada als cascs de les embarcacions de fibra de vidre pot causar la degradació d'aquests.

Així doncs, l'aigua que penetra en el casc, s'acumula en bombolles d'aire i reacciona amb les substàncies presents dels materials utilitzats en la construcció. Aquestes substàncies químiques solubles i àcides de l'aigua acceleren el procés d'absorció d'aquest augmentat la pressió osmòtica en els punts de major acumulació d'aigua. Com a conseqüència, el "gelcoat" s'infla i es produeixen ampolles on darrere d'aquestes s'haurà iniciat un procés de degradació del laminat que amb el temps pot arribar a debilitar l'estructura del casc.

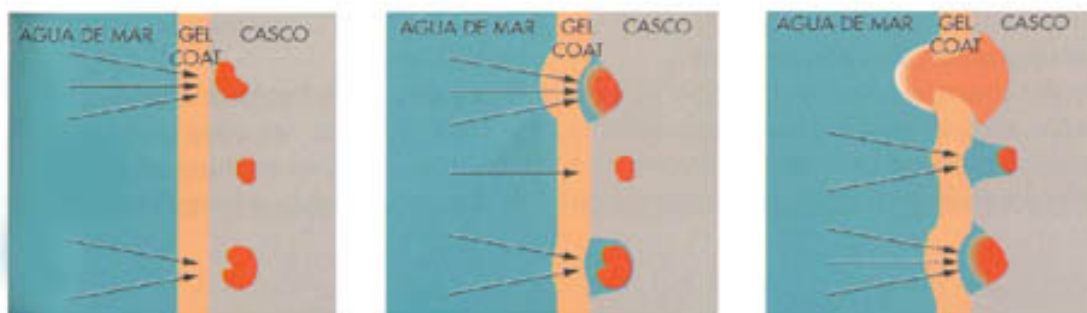


Figura 83. Evolució de l'osmosi en el casc d'una embarcació - Font: <https://pinturasonline.wordpress.com/>



Figura 84. Exemples d'osmosi en embarcacions - Font: Jordi Torralbo

5.1.2 Síntomes d'osmosi

- Presència d'ampolles a la superfície amb líquid dintre.
- El líquid de les ampolles és enganxifós i fa olor de vinagre.
- Amb l'ajut d'un paper de pH, es pot medi l'acidesa del líquid. Una lectura entre 3-6 indica la presència d'osmosis.
- Les mesures preses amb l'ajut d'un higròmetre indiquen una alta taxa d'humitat dintre del laminat.
- Defectes en el gelcoat, petites fissures, forats molt fins, fibres blanques a prop de la superfície sobresortint.

5.1.3 Reparació de l'osmosi

Abans de realitzar el procés de reparació cal dur a terme un diagnòstic per tal d'estar segurs que el problema realment és de tipus osmòtic.

Preparació de la superfície:

- Eliminar el gelcoat i tot el laminat en mal estat mitjançant una peladora i/o un sorrejat abrasiu. Sanejar les fibres seques i les zones on es trobaven les ampolles.
- Proporcionar rugositat a la superfície del laminat exposat per facilitar-ne l'assecat del casc.
- Rentar freqüentment durant diverses setmanes amb aigua dolça i netejar amb la finalitat de dissoldre les substàncies químiques dintre del laminat i extreure-les ja que no s'evaporen amb un simple assecat.
- Deixar eixugar el casc durant el temps necessari. Això dependrà del seu estat, però pot durar variis mesos.

- Anar controlant el procés d'assecat amb l'ajut d'un higròmetre.

5.1.4 Prevenció de l'osmosi

Com que el tractament de reparació de l'osmosi és un procés molt complicat, lent i costos, és aconsellable dur a terme un tractament de prevenció, per tal de protegir el casc i evitar futurs problemes. Aquest tractament consisteix simplement en el pintat del casc de l'embarcació per evitar-ne la penetració de l'aigua a través del gelcoat.

CAPÍTOL 6. MÈTODES PER A LA CONSERVACIÓ DE L'OBRA VIVA

6.1 ¿En què consisteix la conservació de l'obra viva? Perquè cal realitzar-la.

El procés de conservació de l'obra viva consisteix a eliminar tota classe de fauna o flora que estigui adherida a l'obra viva per tal de garantir el bon funcionament i un millor rendiment de l'embarcació i de la pintura antiincrustant. Els mètodes emparats per realitzar tal tasca poden ser, manuals o automàtics, i s'explicaran detalladament més endavant.

Una embarcació amb l'obra viva en mal estat o bruta crea una fricció extra que alenteix l'embarcació, i afegeix la possibilitat d'obstruir les entrades d'aigua, causant per exemple un sobreescalfament dels motors.

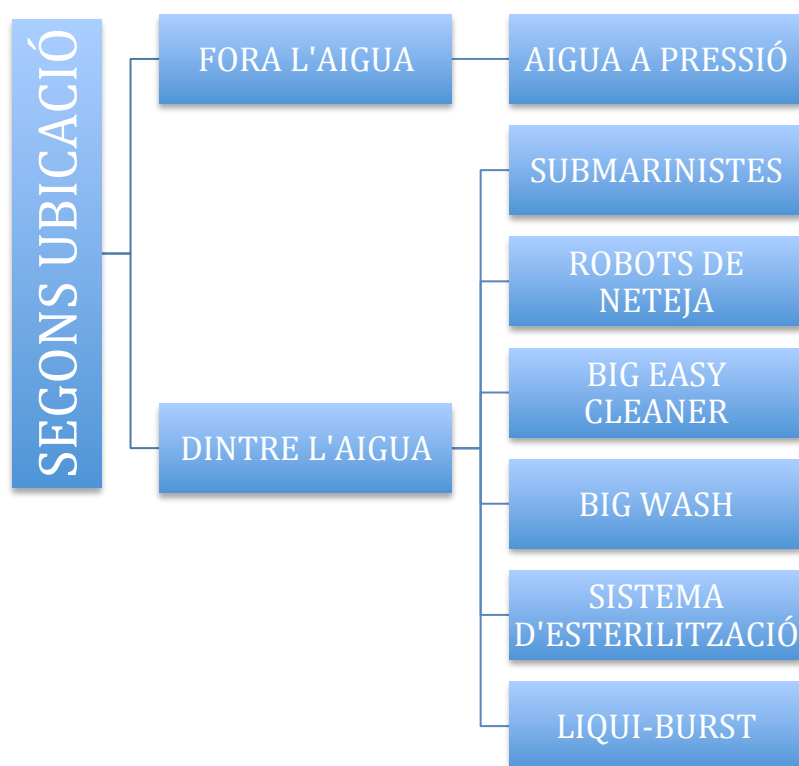


Figura 85. Esquema dels mètodes de neteja/conservació de l'obra viva -
Font pròpia

6.2 Neteja fora l'aigua

Quan parlem de sistemes de neteja fora de l'aigua majoritàriament ens estarem referint a l'aigua a pressió.

AIGUA A PRESSIÓ

Aquest mètode consisteix en la projecció d'aigua a gran pressió, al voltant de 100-140 bars. En impactar l'aigua a tanta pressió sobre la superfície de l'embarcació arrenca tots els organismes, pintura i brutícia que puguin estar adherits en aquesta. Aquest sistema és el més utilitzat en embarcacions d'esbarjo de petita i mitjana grandària construïts en fibra.



Figura 86. Imatge d'un rentat amb aigua a pressió - Font: <https://es.dreamstime.com>

6.3 Neteja dintre l'aigua

Els sistemes de neteja dintre de l'aigua són sistemes molt menys coneguts que els de fora de l'aigua, si bé cada cop estan jugant un paper més important. En aquest tipus de neteja podem trobar un ventall molt més ampli que en el sistema de neteja fora l'aigua.

SUBMARINISTES

Aquest mètode és un dels menys utilitzats i consisteix a eliminar les incrustacions de l'obra viva gràcies a un submarinista que anirà fent saltar els organismes del casc amb l'ajut d'una esponja o en el cas que aquests estiguin molt ben adherits una espàtula.

ROBOTS DE NETEJA

Els robots de neteja de l'obra viva estan basats en els de neteja de piscines, i són utilitzats igual que aquests per netejar, en aquest cas, l'obra viva de les embarcacions sense la necessitat de treure-la de l'aigua.

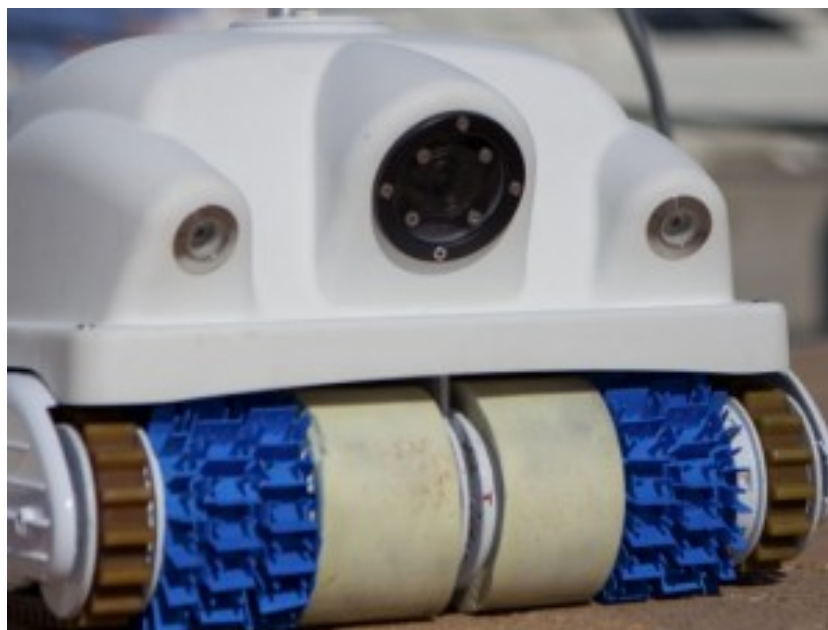


Figura 87. Foto d'un robot de neteja per embarcacions - Font: <https://www.keelcrab.com/>

APLICACIÓ

Aquests robots, es poden utilitzar en velers o motors de 15 a 40 peus d'eslora i tota mena de formes de casc, com "V" o "U". Pel que fa al medi on s'utilitza, aquest pot utilitzar-se tant en aigua dolça com salada però per aquest últim s'ha de rentar amb aigua dolça en finalitzar. Respecte al tipus d'antifouling sobre el qual es neteja la matriu cal que sigui dura.

DISSENY

Els robots de neteja consten d'un exoesquelet de plàstic, una càmera, sensors de reconeixement dels límits del casc, dos raspalls, una hèlix central per crear el buit que juntament amb una balança hidroestàtica neutral els permet mantenir-se adherits al casc i finalment unes erugues per atorgar-los moviment.

Aquests robots, consten de bosses integrades per tal de complir amb l'article L216-6 del codi de medi ambient sobre troballes a la mar, que imposa la prohibició general de llançar al mar tota mena de substàncies nocives per la salut o el medi ambient o qualsevol cosa que pugui alterar el medi ambient marí.

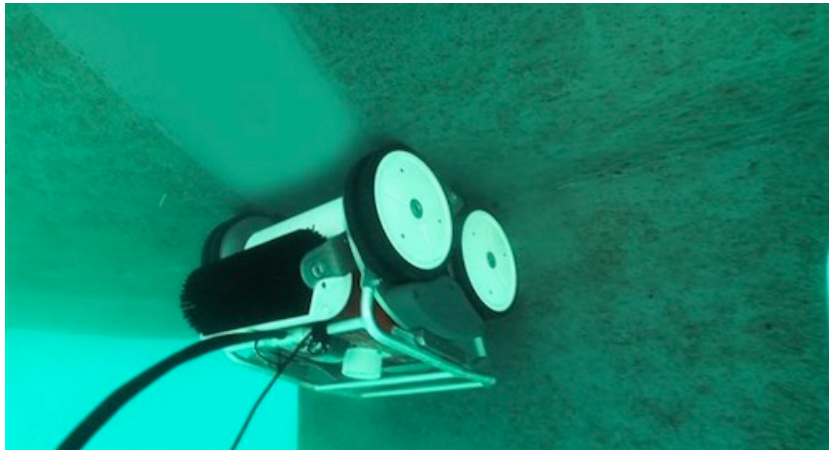


Figura 88. Imatge d'un robot durant la neteja del casc d'un veler - Font: <https://www.nauticalnewstoday>

FUNCIONAMENT

A dia d'avui trobem diferents tipus de robots els quals podem diferenciar per manuals o semiautomàtics.

- **MANUALS**

Amb l'ajuda d'un submarinista que el guiarà al llarg del casc de l'embarcació.

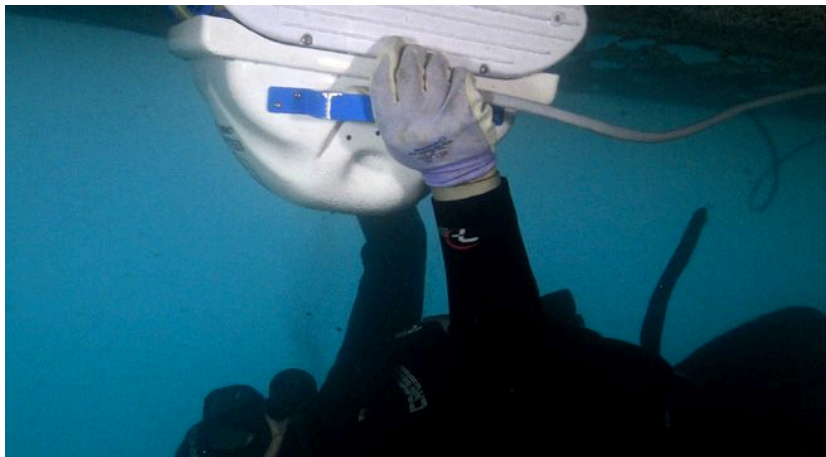


Figura 89. Imatge de la utilització d'un robot de neteja manual - Font: <https://www.keelcrab.com/>

- **SEMI-AUTOMÀTICS**

El robot també pot ser guiat a distància des d'un telèfon intel·ligent, una tauleta o un comandament a distància, a través dels quals es pot observar el que veu el robot i així poder guiar-lo amb l'ajut d'uns comandaments molt simples.



Figura 90. Imatge de la utilització d'un robot de neteja semiautomàtic - Font: <https://www.keelcrab.com/>

PROS I CONTRES

Uns dels beneficis de la utilització d'aquest mètode és que no requereix grans planificacions i que el temps d'immobilització de l'embarcació és molt reduït en comparació a altres mètodes.

BIG EASY CLEANNER

Aquest sistema actua igual que una esponja de plàstic, pressionant contra el casc i fregant-lo per tal de netejar-lo. Aquest, va unit a un pal especial d'alumini, i aplica una pressió de contacte sobre el casc d'uns 5-8 quilos gràcies a un sistema que permet ajustar-ne la pressió, d'aquesta forma podrem netejar l'embarcació des del moll o sobre del mateix vaixell.

Un cop utilitzat s'ha de netejar i deixar eixugar, després podrem guardar-lo dins d'una bossa fins al següent ús.

Trobem dos tipus diferents en funció de l'embarcació que volem netejar:



-VELERS (esquerra)

-MOTORES (dreta)

Figura 91. Imatge dels dos tipus de forma - Font: www.bigeasycleaner.eu

Com podem apreciar a la fotografia, les formes del cos que netejarà l'embarcació són completament diferents, perquè les formes que pot tenir un veler i una motora també seran molt diferents. Així doncs els sistemes s'adaptaran molt millor a les formes de cada casc.

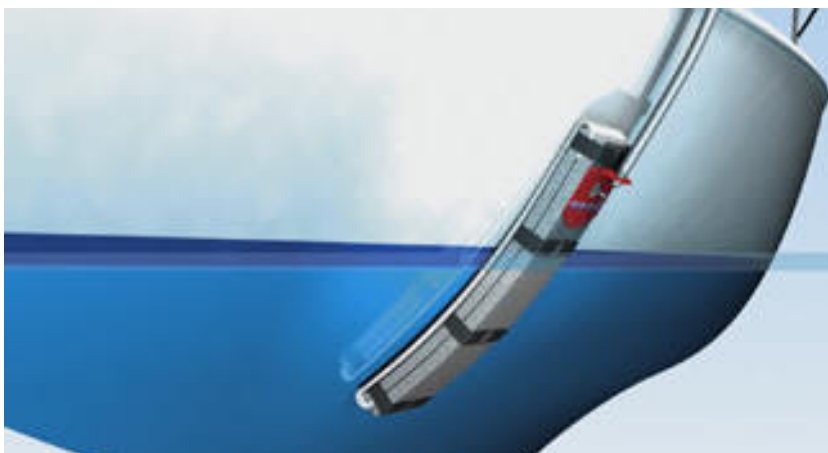


Figura 92. Esquema d'utilització del sistema "Big Easy Clean" en un veler -
Font: www.bigeasycleaner.eu

BIG WASH

Un nou sistema per mantenir el casc de les embarcacions és l'anomenat "Big Wash", desenvolupat per l'empresa "Drive-in Boatwash" que actualment té dues instal·lacions, una situada als Estats Units i l'altre a Suècia, permeten netejar el casc de crustacis i algues en poc més de 20 minuts utilitzant simplement uns rodets com es fa avui en dia en els túnels de rentat per a cotxes.

Aquest sistema és apte per motors o velers de fins a 16 metres i 5 metres de mànega.

El sistema també consta d'un paraigua invertit per tal de recollir tota la brutícia extreta del casc i d'aquesta forma protegir el medi ambient del port on ha estat instal·lat.



Figura 93. Imatge durant la neteja d'un veler amb el sistema "Big Wash" - Font: <http://driveinboatwash.com/en/>

SISTEMA D'ESTERILITZACIÓ

Aquest sistema (HST) es basa en el xoc tèrmic de la superfície a tractar (casc d'acer o alumini) sota l'aigua amb la finalitat de reduir i eliminar les incrustacions primàries (llim i algues). Aquest aplica un baix flux d'aigua a alta temperatura (més o menys 70 °C) com a ingredient actiu, encapsulat en un aplicador tèrmic que es mourà per la superfície del casc i es mantindrà enganxat a aquest gràcies a uns imants per tal de matar els organismes antiincrustants que posteriorment amb la velocitat de l'embarcació i les onades es despendran.

Aquesta tècnica és una tecnologia que es pot dur a terme gràcies a un petit equip format per diverses persones que es trobaran en una petita embarcació en el perímetre del buc.

El capçal aplicador del HST és un dispositiu lleuger, portàtil i adaptable, per tal de poder negociar amb molta més eficàcia les diverses formes i angles associades a les plataformes petrolieres, estructures offshore, cofres de mar, hèlix de proa, protectors de cables, canonades d'entrada o descarrega al mar.

Es considera un complement de les pintures antiincrustants de nova generació.

Beneficis del mètode:

- No elimina ni fa malbé la pintura antiincrustant existent.
- No és tòxic.
- Més rentable que molts altres mètodes.
- Menor desgast dels motors.
- Allarga la vida útil de les pintures antiincrustants.
- Redueix els períodes d'entrada a dic sec de l'embarcació.
- Ambientalment amigable.
- Redueix i prevé la introducció de noves espècies en nous ecosistemes marins.
- No consta de cap procés químic o abrasiu.
- Redueix l'emissió de gasos i combustible de l'embarcació.
- No requereix submarinistes.



Figura 94. Imatge de la neteja del casc d'un buc amb sistema d'esterilització - Font: <http://www.commercialdiving.com.au/>



Figura 95. Imatge del capçal d'un sistema d'esterilització - Font: <http://www.commercialdiving.com.au/>

LIQUI-BURST

El sistema LiquiBurst ha estat dissenyat per la neteja submarina d'embarcacions comercials i amb qualsevol mena de revestiment antiincrustant per tal de netejar el casc de forma efectiva i sense perill de provocar danys al casc, simulant un efecte de raspallat del casc per eliminar-ne les incrustacions.

La tecnologia que utilitza aquest sistema es basa en la creació d'un doll de vapor saturat a baixa pressió que en arribar a la superfície de l'embarcació, gràcies a un sistema que consta d'una mànega i un capçal especial, aquest vapor saturat explota eliminant-ne les incrustacions.

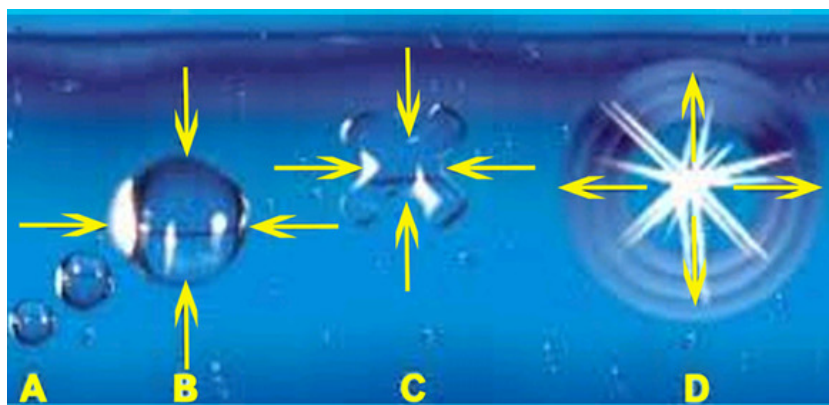


Figura 96. Esquema de la implosió d'una bombolla - Font: <http://liqui-burst.com/>

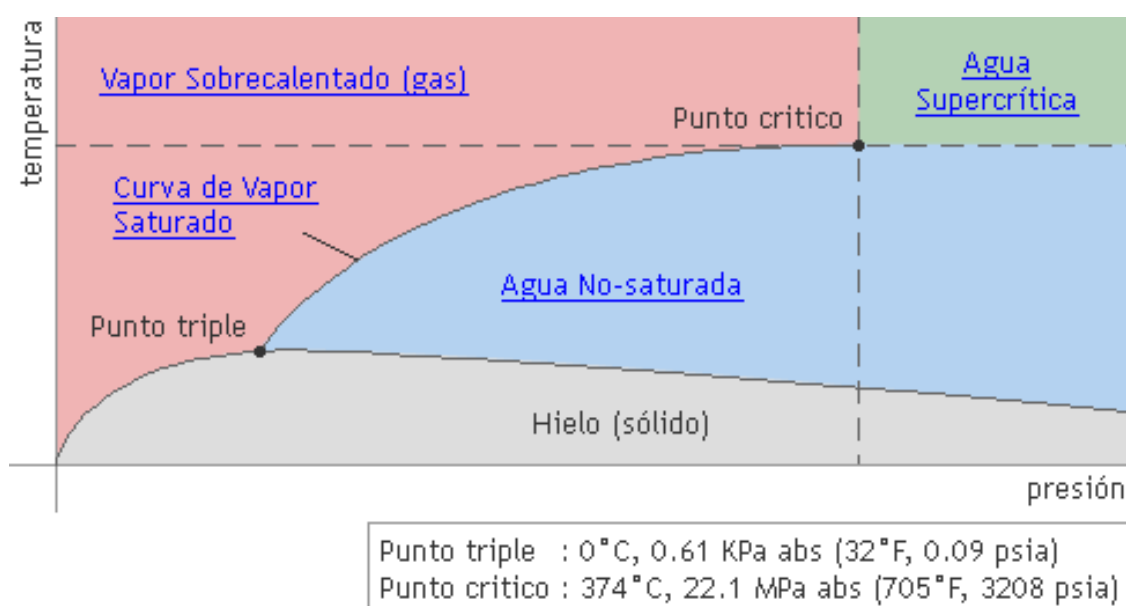


Figura 97. Relació pressió-temperatura de l'aigua i vapor – Font: <https://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/types-of-steam.html>

6.4 Taula comparativa dels sistemes de neteja de l'obra viva

En la següent Taula 7, es comparen els diferents sistemes emprats per la neteja de l'obra viva de les embarcacions valorant-ne el cost, la facilitat de dur-lo a terme, donant per suposat que es té accés al sistema, la viabilitat en funció de la mida de l'embarcació i la qualitat del resultat.

MÉTODO	COST (del servei)	FACILITAT (d'ús)	VIABILITAT (possibilitat d'utilització)	RESULTAT (acabat final)
SORREJAT	✓	✓	✓	✓✓✓

AIGUA A PRESSIÓ	✓	✓	✓✓	✓✓
SUBMARINISTES	✓✓	✓✓	✓ <60" ✗ >60"	✓
ROBOT DE NETEJA	✓✓✓	✓✓✓	✓ <40" ✗ >40"	✓
BIG EASY CLEAN	✓✓✓	✓✓	✓ <30" ✗ >30"	✓
BIG WASH	✓✓	✓✓✓	✓	✓
SISTEMA D'ESTERILITZACIÓ	✓	✓	✓ altres ✗ casc de fibra o fusta	✓✓
LIQUI-BURST	✓	✓	✓ altres ✗ casc de fibra o fusta	✓✓

✗	DOLENT	✓	BO	✓✓	MOLT BO
---	--------	---	----	----	---------

Taula 7. Comparativa dels sistemes de neteja de l'obra viva d'embarcacions - Font pròpia.

CAPÍTOL 7. CONCLUSIONS

El present treball m'ha permès, estudiar i analitzar els sistemes de neteja i conservació de l'obra viva d'embarcacions menors, fent una immersió en aquests i que he anat desenvolupant al llarg del projecte, cosa que m'ha fet reflexionar i descobrir nous sistemes antiincrustants per la preservació del medi ambient marí.

Al llarg de l'estudi, hem vist com cal conèixer de primera mà la nostra zona de navegació i les característiques d'aquesta, per tal de saber quines seran les incrustacions més habituals de la regió i d'aquesta forma poder combatre-les amb més eficiència.

En l'estudi podem veure com la lluita contra les incrustacions es remunten a l'època dels Fenicis l'any 1.200 a.C, des d'aleshores els sistemes han anat evolucionant, començant per barres de coure i planxes de coure, després van començar a jugar un paper molt important les pintures TBT fins que van ser prohibides per la IMO en qualsevol embarcació i a partir de llavors s'ha utilitzat majoritàriament pintures amb coure com a biocida perquè, si es controlen les seves quantitats, es poden eliminar en gran mesura les incrustacions i reduir els danys al medi ambient.

Per tal d'evitar un major dany ecològic i optimitzar el rendiment de la nostra embarcació caldrà doncs escollir l'antifouling més adient per cada cas, com ja hem vist, en funció del tipus d'embarcació, la freqüència de navegació, la velocitat mitjana... hauré de fer l'elecció de la pintura més apropiada i que ens permetrà obtenir un major i més llarg rendiment, és sempre recomanable deixar-se assessorar per un expert en aquest tipus d'elecció, però cal que tinguem present la possibilitat d'utilitzar un sistema alternatiu a les pintures convencionals amb biocida i d'aquesta forma posar el nostre granet de sorra per preservar el medi ambient marí.

Un cop escollida la pintura i en procedir a l'aplicació d'aquesta, caldrà triar també el sistema que millor s'adapti a les nostres necessitats bé pugui ser un pinzell, una pistola de pintura entre d'altres, però sempre seguint les recomanacions del fabricant de la pintura seleccionada per l'elecció d'aquest mètode, perquè com s'ha vist no totes les pintures accepten tots els mètodes existents d'aplicació.

Fins avui en dia, s'han utilitzat majoritàriament com a sistema antiincrustant les pintures amb biocides amb els conseqüents danys per al medi ambient però **cada vegada més estan sortint sistemes alternatius a aquestes pintures o a aquests biocides nocius** i que aconsegueixen combatre les incrustacions d'una forma més ecològica. Entre aquests sistemes més innovadors en podem destacar alguns que ja hem comentat amb més recorregut, com poden ser la pintura SILIC ONE SYSTEM, que no conté biocides en la seva composició, o el film adhesiu que gràcies a la seva capa siliconada evita l'adhesió d'incrustacions. Aquests són alguns dels sistemes amb més ressò fins al moment però

segurament al llarg dels pròxims anys aniran sortint d'altres o potenciant aquests per tal d'erradicar els biocides a la nàutica.

Després del procés de pintat he pogut constatar que no s'acaben completament les incrustacions, així doncs, **s'haurà d'anar realitzant un manteniment de l'obra viva gràcies als diferents sistemes de conservació** que existeixen avui en dia, amb la finalitat que la pintura treballi en unes condicions òptimes i aconseguir d'aquesta manera, un major rendiment de la nostra embarcació durant el màxim temps possible.

Per dur a terme aquest manteniment hem vist que existeixen diferents sistemes, el més utilitzat i possiblement també un dels més cars és la neteja fora l'aigua amb aigua a pressió i els més desconeguts però cada cop més utilitzats i més econòmics és el de **submarinistes o robots de neteja que a poc a poc van guanyant terreny amb l'ajuda de les noves pintures antifouling**. Aquests serveixen per aconseguir mantenir l'obra viva de les embarcacions en pler rendiment sense la utilització de les pintures amb biocides gràcies a la facilitat i baix cost d'aquests sistemes de conservació.

Personalment, espero que aquest treball serveixi d'ajuda a tothom per tal d'ajudar a escollir el millor mètode de conservació de l'obra viva per la seva embarcació i també que animi als més atrevits a dur-la a terme per ells mateixos, com pot ser en el cas de les pintures antifouling.

Amb l'ajut d'aquest treball, per part meva, he pogut dur a terme de forma totalment independent l'elecció de tot el material necessari i en el meu cas el pintat de la meva pròpia embarcació gràcies als coneixements adquirits durant aquest. Finalment també he pogut aplicar els mètodes de neteja més adequats i accessibles en acabar la temporada amb l'objectiu de preparar l'embarcació per la següent.

Al final del treball adjunto algunes fotografies dels processos (Annex 1), com a curiositat per aquells interessats.

Per acabar i concloure aquest treball, dir que s'han assolit els objectius plantejats inicialment en aquest projecte, donant a conèixer els sistemes actuals de neteja i conservació de l'obra viva d'embarcacions menors i la fase en què es troben aquests, fent referència al desenvolupament cap a una lluita de forma més ecològica i menys agressiva per l'entorn.

Voldria finalitzar, fent un petit incís en la prioritització pel que fa a l'eliminació de les incrustacions a l'obra viva de les embarcacions a qualsevol cost, un clar exemple és el que hem comentat amb anterioritat dels fets que van succeir a la badia d'Arcachon amb tot l'ecosistema de cultiu d'ostres afectat per les pintures de l'obra viva de les embarcacions.

Arran d'aquest fet es va començar a controlar i respectar una mica més el medi ambient marí i de mica en mica hem anat prenent consciència de la importància de preservar-lo, és per això que amb l'ajut de les noves tecnologies podem veure uns grans avenços en el sector dels sistemes antiincrustants en aquests darrers anys i podem quasi **afirmar que els antiincrustants sense biocides són els antiincrustants del futur i cada cop més són els del present.**

Bibliografia

- [1] Aeffe. Empresa creadora dels robots keelcrab. [en línia] [Consulta: 13 Abril 2018]. Disponible a: <http://www.keelcrab.com>
- [2] Blog pinturas-online, grupo Depintur. [en línia] [Consulta: 8 de Setembre 2017] Disponible a: <<https://pinturasonline.wordpress.com/nautica-vademecum-nautico-consejos-para-pintar-tu-barco/nautica-para-pintar-mi-barco-antifoulings-2/antifoulings-autopulimentantes/>>
- [3] Big Easy Cleaner. [en línia] [Consulta: 23 de Juliol]. Disponible a: < www.bigeasycleaner.eu>
- [4] Commercial Diving Services. [en línia] Consulta: 23 de Juliol]. Disponible a: < <http://www.commercialdiving.com.au/>>
- [5] DockyDock. [en línia] [Consulta: 25 d'Octubre 2018]. Disponible a: < <http://www.dockydock.com/>>
- [6] Drive-in Boat Wash. [en línia] [Consulta: 23 de Juliol]. Disponible a: < <http://driveinboatwash.com/en/>>
- [7] Ferreteria Valls. [en línia] [Consulta: 6 d'Agost 2017]. Disponible a: < www.ferreteriavalls.com/>
- [8] Francobordo. Anti-incrustantes. [en línia] Versió 1.0 EU, Abril 2003 [Consulta: 5 d'Agost 2017] Disponible a: <https://www.francobordo.com/manuals/antifoulings.pdf>
- [9] HempelYacht. Consejos generales de pintado y consejos de mantenimiento. [en línia] [Consulta: 6 d'Agost 2017]. Disponible a: < <https://www.hempelyacht.es/es-ES/how-to>>
- [10] Jotun. [en línia] [Consulta: 6 d'Agost 2017]. Disponible a: < www.jotun.com>
- [11] Keelcrab. [en línia] [Consulta: 23 de Juliol 2017]. Disponible a: < <https://www.keelcrab.com/>>
- [12] LiquiBurst. [en línia] [Consulta: 23 de Juliol 2017]. Disponible a: < <http://liqui-burst.com/>>
- [13] Llallo. Empresa especialitzada en el disseny, distribució i servei tècnic de sistemes d'alta tecnologia per la protecció en el sector industrial i naval. [en línia] [Consulta: 16 de Març 2017]. Disponible a: < <http://www.llallo.com/es/division-naval/proteccion-catodica-sistemas-anti-incrustantes>>
- [14] Nauta360. Los ultrasonidos ganan terreno al 'fouling'. [en línia] Paquita Giménez, Agost 2015 [Consulta: 16 Març 2018]. Disponible a: <http://nauta360.expansion.com/2015/08/18/baleares/1439897277.html?utm_content=buffer28c05&utm_medium=social&utm_source=twitter.com&utm_campaign=buffer>
- [15] Nauta360. El lavadero de barcos. [en línia] Héctor Atienza Juliol 2016 [Consulta: 2 Juliol 2017]. Disponible a: <http://nauta360.expansion.com/2016/06/29/de_costa_a_costa/1467191307.html?utm_content=buffer93ec2&utm_medium=social&utm_source=twitter.com&utm_campaign=buffer>
- [16] Náutica y Yates M@gazine. Mantenimiento, el futuro de los antifoulings. [en línia] Antonio Rodríguez, Novembre 2014 [Consulta: 5 d'Agost 2017] Disponible a: <<http://www.nauticayyates.com/international/mantenimiento-el-futuro-de-los-antifoulings-2/>>
- [17] Náutica y Yates M@gazine. Hoy toca pintar fondos: la aplicación de anti-incrustantes. [en línia] [Consulta: 5 d'Agost 2017] Disponible a: <http://www.nauticayyates.com/yachtpaint-anti-incrustantes-anti-foulings/>
- [18] NauticAdvisor. [en línia] [Consulta: 6 d'Agost 2017]. Disponible a: < www.nauticadvisor.com>
- [19] Nauticol. [en línia] [Consulta: 28 de Novembre]. Disponible a: <http://nauticol.es/es/module/smartblog/details?id_post=>>

- [20] Neptune Atlantic Boat Lifts. [en línia] [Consulta: 16 Març 2018]. Disponible a:<
www.neptuneatlanticboatlifts.com/>
- [21] Obras vivas. La ciencia de los antifouling. [en línia] [Consulta: 8 de Setembre 2017]. Disponible a:<
<http://www.obrasvivas.com/images/pdf/Antifouling.pdf>>
- [22] Obras vivas. Alexis Parcerisa Ledgard. Manteniment de les obres vives d'embarcacions amb l'ajut de submarinistes, i les millors patents. [intercanvi].
- [23] Panorama Náutico. Film adhesivo antifouling para náutica sin biocidas. [en línia] [Consulta: 23 Juliol 2017]. Disponible a: <<http://www.panoramanautico.com/productos/film-adhesivo-antifouling-para-n%C3%A1utica-sin-biocidas>>
- [24] Tendencias21. Crean un robot autónomo para limpiar el casco de los barcos. [en línia] Raúl Morales, Setembre 2008 [Consulta: 13 Abril 2018]. Disponible a:< http://www.tendencias21.net/Crean-un-robot-autonomo-para-limpiar-el-casco-de-los-barcos_a2555.html>
- [25] TLV. Companyia especialitzada en vapor. [en línia] [Consulta: 23 Juliol 2017]. Disponible a:<
<https://www.tlv.com/global/LA/steam-theory/types-of-steam.html>>
- [26] Varador 2000. Raúl Donaire, manager tècnic. Procés de pintat d'embarcacions. [intercanvi]
- [27] World Sea Temperatures. [en línia] [Consulta: 23 Juliol 2017]. Disponible a:
<<https://www.seatemperature.org/>>
- [28] Yacht Paint. Pregunte a los expertos. [en línia] [Consulta: 6 d'Agost 2017]. Disponible a:<
<http://www.yachtpaint.com/esp/diy/ask-the-experts/busqueda-resultados.aspx?Category=Preguntas%20frecuentes>>

ANNEX 1. Imatges del procés de pintat i manteniment de l'obra viva de la meva embarcació

En el següent annex mostro les imatges del procés de pintat de la meva embarcació des de zero amb l'ajut de l'experiència obtinguda durant la realització d'aquest treball fins al manteniment acabada la temporada i que m'ha servit per ajudar a complementar el treball.

A1.1 Preparació de l'obra viva



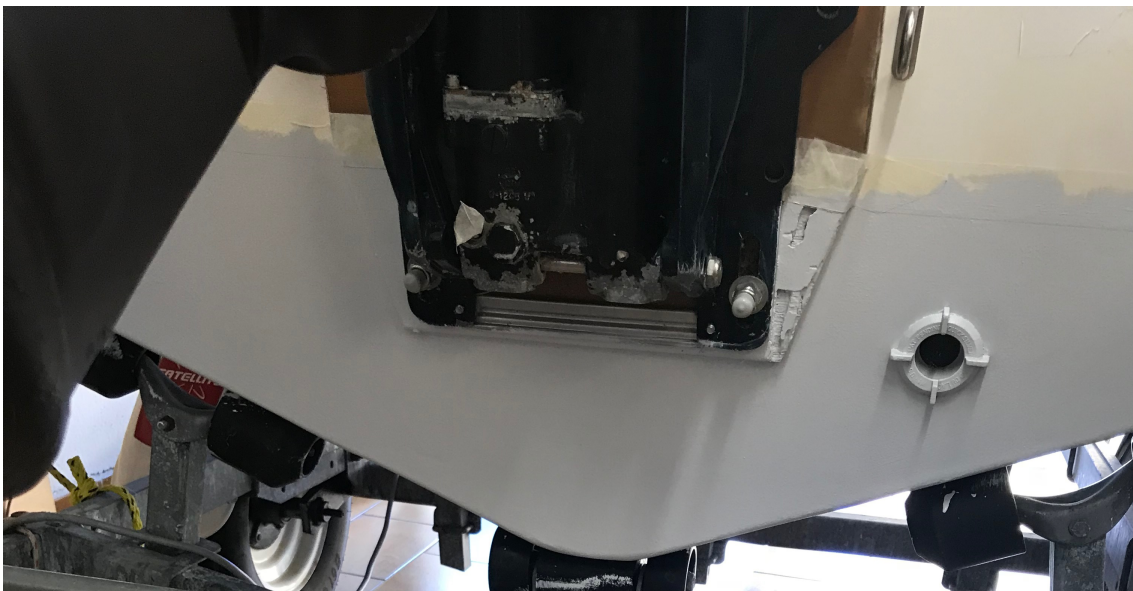
A1.2 Elecció de l'imprimació i pintura antifouling



A1.3 Delimitació de la línia de flotació



A1.4 Aplicació de les capes d'imprimació



A1.5 Aplicació de les capes d'antiincrustant



A1.6 Manteniment de l'obra viva després de la temporada

